

Г. М. МИКИРТИЧАН

ТРАНЗИСТОРНЫЕ ПРИЕМНИКИ С КВ ДИАПАЗОНАМИ



МАССОВАЯ
РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 854 854

Г. М. МИКИРТИЧАН

ТРАНЗИСТОРНЫЕ ПРИЕМНИКИ С КВ ДИАПАЗОНАМИ

Издание второе, переработанное



«ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1974

6Ф.12
М59
УДК 621 396 62.621 396 97

Микиртичан Г. М.

М59 Транзисторые приемники с КВ диапазонами. Изд. 2-е, перераб. М., «Энергия», 1974.

64 с. с ил. (Массовая радиобиблиотека Вып. 854)

Подробно описаны два семидиапазонных супергетеродинных приемника с двумя преобразованиями частоты, один из которых был отмечен первым призом на XX Всесоюзной выставке радиолюбительского творчества Приемники рассчитаны на прием местных и дальних радиостанций в диапазонах длинных, средних и коротких волн Приводится также описание схемы усилителя низкой частоты на 10 *вт* с глубокими регулировками тембра

Брошюра рассчитана на подготовленных радиолюбителей.

М $\frac{30404\text{-}252}{051(01)\text{-}74}$ 300-74 6Ф2.12

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время благодаря быстрому развитию полупроводниковой техники конструированием и разработкой транзисторных приемников занимается большое число радиолюбителей Как правило, первой конструкцией начинающего радиолюбителя является приемник прямого усиления, затем — супергетеродин.

Предлагаемые автором конструкции приемников представляют собой супергетеродины с двумя преобразованиями частоты, которые обеспечивают высококачественный прием радиовещательных программ. Предлагается вниманию также конструкция высококачественного усилителя НЧ на 10 *вт* с глубокими регулировками тембра. Более высокие параметры усилителя достигаются тем, что подъем усиления на 20—24 *дб* осуществляется в цепи общей обратной связи и при неизменной ее глубине.

Большое внимание уделяется настройке и налаживанию описываемых конструкций, доступных для изготовления квалифицированному радиолюбителю.

Замечания и пожелания читателей будут встречены с благодарностью и вниманием. Их следует направлять в издательство «Энергия», Москва, М-114, Шлюзовая набережная, 10.

СУПЕРГЕТЕРОДИН НА 15 ТРАНЗИСТОРАХ

Приемник (рис. 1) предназначен для приема радиовещательных станций в стационарных и походных условиях. Прием радиостанций в диапазонах длинных (700—2 000 *м*) и средних (180—580 *м*) волн осуществляется на внутреннюю магнитную антенну, а в коротковолновом диапазоне на магнитную, выдвижную телескопическую или наружную антенны. Для приема на коротких волнах в приемнике имеется пять растянутых поддиапазонов 11,6—12,1 *Мгц* (25 *м*); 9,4—9,9 *Мгц* (31 *м*); 7,1—7,6 *Мгц* (41 *м*); 5,8—6,3 *Мгц* (49 *м*) и 4—4,5 *Мгц* (70 *м*).

Прием радиостанций в диапазонах длинных и средних волн производится с одним, а в поддиапазонах коротких волн с двойным преобразованием частоты. Первый преобразователь частоты переносит частоты коротковолновых поддиапазонов в спектр частот средневолнового диапазона, а второй — частоты средневолнового диапазона в стандартную промежуточную частоту 465 *кгц*. Настройка на радиостанции в диапазонах длинных, средних и коротких волн осуществляется изменением частоты второго гетеродина. Это дает возможность получить пять коротковолновых растянутых поддиапазонов, используя всего одну катушку в колебательном контуре гетеродина и одну в преселекторе (в магнитной антенне), значительно повысить чувствительность приемника в диапазоне коротких волн и обеспечить достаточно надежный прием коротковолновых радиостанций на малоэффективную коротковолновую магнитную антенну. Переход от одного поддиапазона коротких волн к другому производится подключением к этим катушкам конденсаторов постоянной емкости. В результате этого оказалось возможным повысить стабильность частоты первого гетеродина и полностью устранить «микрофонный эффект», часто проявляющийся в приемниках с одним преобразованием частоты из-за вибрации пластин конденсаторов переменной емкости при работе приемника с большой громкостью.

Чувствительность приемника при приеме на магнитную антенну в диапазоне длинных волн не хуже 1 *мв/м*, в диапазоне средних волн — не хуже 0,5 *мв/м*, а в поддиапазонах коротких волн — не хуже 0,2 *мв/м*. При приеме на штыревую антенну чувствительность приемника не хуже 50 *мкв*, а при приеме на наружную антенну составляет 10—20 *мкв*.

Избирательность по соседнему каналу не менее 40 *дб*. Ослабление зеркального канала в диапазонах длинных и средних волн не хуже 30 *дб*, а на коротких волнах при приеме на магнитную и штыревую телескопическую антенны — не хуже 26 *дб*.

Приемник имеет переменную полосу пропускания, которую можно плавно изменять от 2,5 до 16 *кгц*, причем неравномерность не превышает 3 *дб*. Для повышения стабильности работы приемника в нем предусмотрен стабилизатор напряжения.

Питание приемника осуществляется от двух батарей типа 3336Л (КБС-Л-0,5). При их последовательном соединении (напряжение 9 *в*) выходная мощность достигает 800 *мвт*. При параллельном соединении батарей (напряжение 4,5 *в*) максимальная мощность составляет 220 *мвт*. Ток, потребляемый приемником в режиме молчания при напряжении источника питания 9 *в*, составляет 16 *ма* в диапазонах длинных и средних волн и 19 *ма* в диапазоне коротких волн. При напряжении питания 4,5 *в* потребляемый ток соответственно составляет 9 и 12 *ма*. При максимальной выходной мощности потреб-

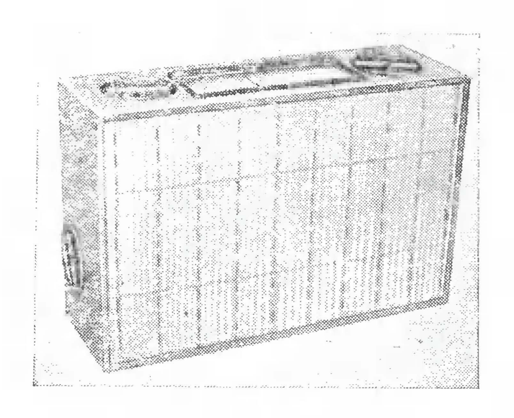


Рис. 1. Общий вид приемника.

ляемый ток составляет 100—110 и 50—60 *ма* при напряжении питания 9 и 4,5 *в* соответственно.

В приемнике предусмотрены гнезда для подключения проигрывателя со звукоснимателем пьезоэлектрического типа. Полоса частот, воспроизводимых усилителем низкой частоты, составляет 30—15 000 *гц* при неравномерности менее 6 *дб*. Коэффициент гармоник усилителя низкой частоты при мощности на выходе 100 *мвт*, напряжении питания 4,5 *в* и частоте 60 *гц* не превышает 3—5%. Коэффициент полезного действия усилителя низкой частоты близок к 70%.

В приемнике используется громкоговоритель типа 1ГД-18. Размеры приемника 207×138×70 *мм*.

Принципиальная схема приемника приведена на рис. 2. Первый преобразователь частоты выполнен на транзисторах T_1 и T_2, которые включены по схеме с общим эмиттером. Транзистор T_1 работает при токе коллектора 0,3—0,4 *ма* и напряжении между коллектором и эмиттером 1,3—1,5 *в*, а транзистор T_2 — при токе коллектора 1,8—2,2 *ма* и напряжении между коллектором и эмиттером 1,8—2 *в*. Стабилизация режимов работы транзистора T_1 обеспечивается последовательно-параллельной отрицательной обратной связью по постоянному току (резисторы R_1—R_4), а транзистора T_2 — последовательной обратной связью (резисторы R_7, R_8). Резистор R_1 и конденсатор C_2 служат развязывающим фильтром в цепях питания транзистора T_1, а резистор R_{11} и конденсатор C_{29} — в цепях питания транзисторов T_1 и T_2 первого преобразователя частоты.

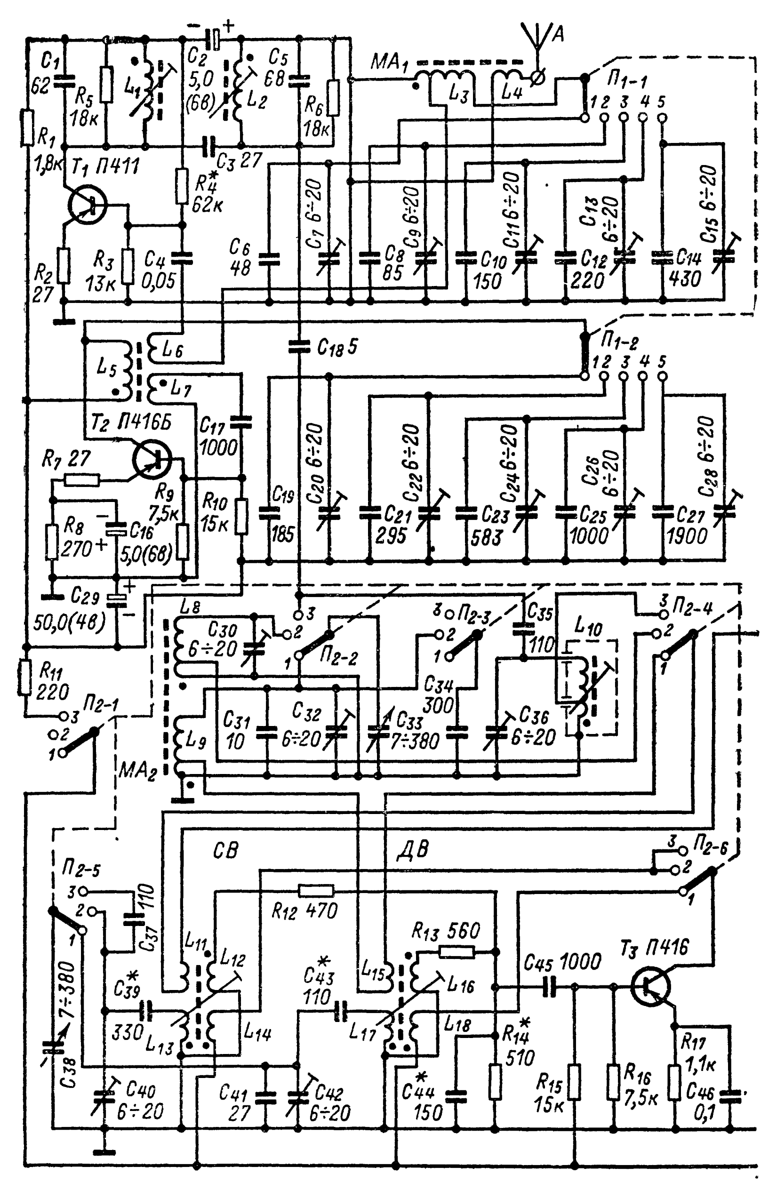


Рис. 2. Принципиальная

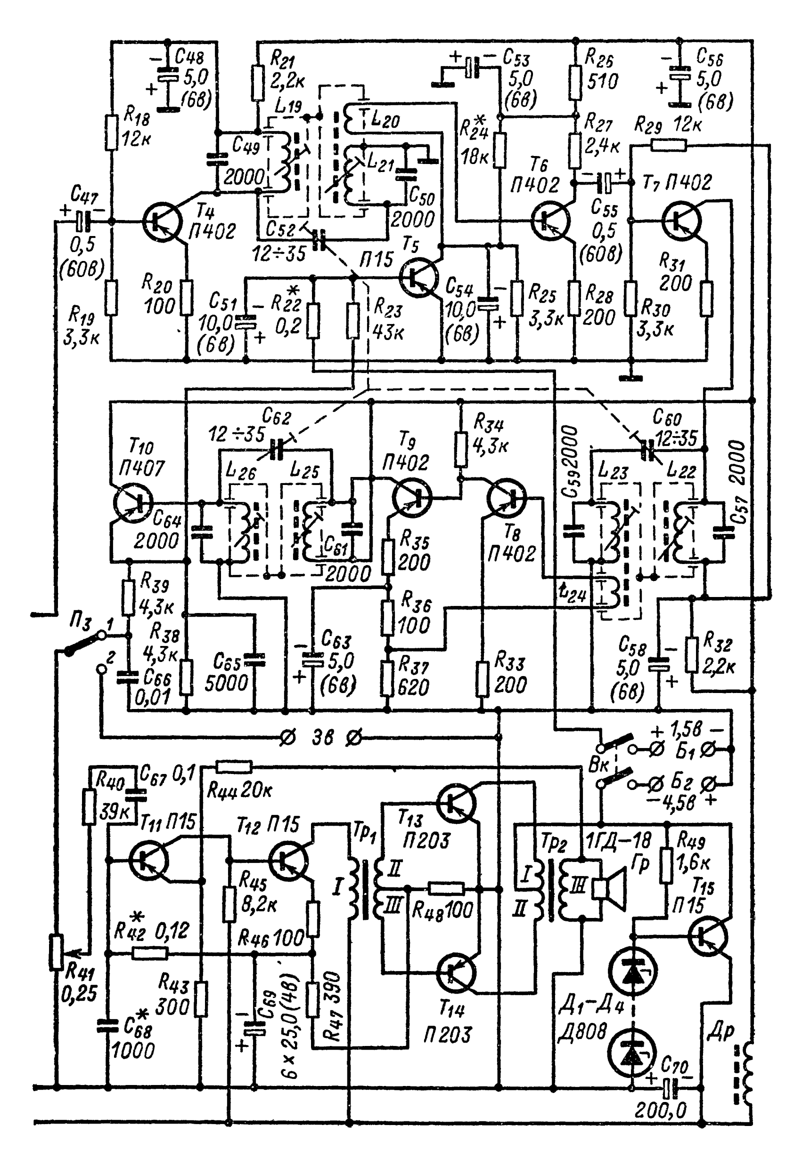


схема приемника.

На входе смесительного каскада, собранного на транзисторе T_1, включен одиночный резонансный контур, его катушка L_3 намотана на ферритовом сердечнике и образует магнитную антенну MA_1. Этот контур настраивается на среднюю частоту каждого из КВ поддиапазонов подключением к катушке L_3 при помощи секции переключателя $П_{1-1}$ конденсаторов постоянной емкости. В поддиапазоне 25 *м* к катушке подключаются конденсаторы C_6 и C_7, в поддиапазоне 31 *м* — конденсаторы C_8 и C_9, в поддиапазоне 41 *м* — конденсаторы C_{10} и C_{11}, в поддиапазоне 49 *м* — конденсаторы C_{12} и C_{13} и в поддиапазоне 70 *м* — конденсаторы C_{14} и C_{15}. В пределах каждого из коротковолновых поддиапазонов магнитная антенна MA_1 не перестраивается, так как участки частот, на которых работают радиовещательные станции, уже ее полосы пропускания. Подключение внешней антенны осуществляется при помощи катушки связи L_4, размещенной рядом с катушкой L_3 на ферритовом сердечнике. Связь магнитной антенны с входной цепью транзистора T_1 автотрансформаторная.

В цепь коллектора транзистора T_1 включен полосовой фильтр, состоящий из резонансных контуров L_1C_1 и L_2C_5, настроенных на частоту 1 380 *кгц*, и конденсатора связи C_3. Для расширения полосы пропускания этого фильтра до 500 *кгц* (от 1 050 до 1 550 *кгц*) включены резисторы R_5 и R_6. Полосовой фильтр позволяет получить от транзистора T_1 необходимое усиление в пределах границ первой промежуточной частоты и ослабляет напряжение от первого гетеродина, проникающее в коллекторную цепь этого транзистора вместе с усиливаемым сигналом.

Необходимость включения полосового фильтра в цепь коллектора транзистора T_1 объясняется следующим. На вход смесительного каскада первого преобразователя частоты подается вместе с принимаемым сигналом напряжение от первого гетеродина, амплитуда которого в сотни раз превышает наибольшее напряжение принимаемого сигнала Поэтому даже в том случае, когда в цепь коллектора транзистора T_1 включен резонансный контур, настроенный на первую промежуточную частоту, напряжение гетеродина на этом контуре может превышать амплитуду преобразованного и усиленного сигнала. Напряжение гетеродина на этом контуре будет тем больше, чем ближе частота гетеродина к первой промежуточной частоте и чем шире полоса пропускания контура в цепи коллектора.

Благодаря тому, что фильтрующие свойства контура преселектора, включенного во входную цепь смесительного каскада второго преобразователя частоты, ограничены, напряжение частоты первого гетеродина $f_{г1}$ может попасть на вход смесителя второго преобразователя и вместе с частотой второго гетеродина $f_{г2}$ будет создавать в нем комбинационные частоты $f_{г1} \pm f_{г2}$, $2f_{г1} \pm f_{г2}$, $2f_{г1} \pm 2f_{г2}$ и т. д. При изменении частоты второго гетеродина (в процессе настройки на радиостанции) будут появляться комбинационные частоты, совпадающие со второй промежуточной частотой. Они будут усиливаться и приниматься как радиостанции, у которых отсутствует модуляция, а в тех случаях, когда комбинационные частоты будут совпадать с частотами принимаемых радиовещательных станций, в приемнике будут прослушиваться при настройке на эти станции характерные свисты. Поэтому очень важно на выходе первого преобразователя частоты иметь полосовой фильтр, обеспечивающий усиление сигнала во всем спектре промежуточной частоты и необходимое затухание для частоты первого гетеродина.

На рис. 3 приведена частотная характеристика полосового фильт-

ра $L_1C_1R_5C_2C_3L_2C_5R_6$, включенного в выходную цепь смесительного каскада, измеренная при подаче на базу транзистора T_1 напряжения от генератора сигнала типа ГСС-6 Из рисунка видно, что для минимальной частоты первого гетеродина $f_{г1}=3$ *Мгц* полосовой фильтр вносит затухание в 20—30 раз. Такое затухание фильтра вместе с фильтрующим действием резонансного контура входной цепи второго смесителя L_{10}, C_{33}, C_{35}, C_{36} практически полностью устраняет возможность проникновения напряжения с частотой первого гетеродина на вход второго преобразователя частоты. Благодаря этому при приеме радиовещательных станций в поддиапазонах коротких волн комбинационные частоты практически не прослушиваются.

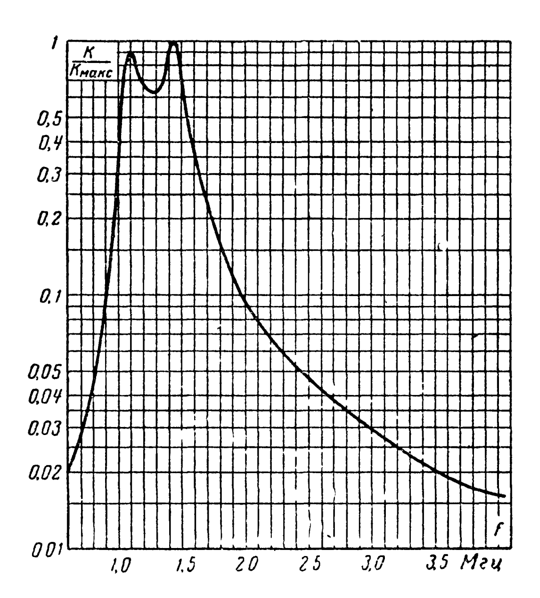


Рис. 3. Частотная характеристика полосового фильтра первой промежуточной частоты.

Гетеродин первого преобразователя частоты собран на транзисторе T_2, который работает при напряжении между коллектором и эмиттером 1,7—2 *в* и токе коллектора 2—2,5 *ма*. Его частота определяется резонансным контуром, включенным в цепь коллектора, и в пределах каждого из поддиапазонов частот остается неизменной. Требуемая частота в каждом из поддиапазонов коротких волн обеспечивается подключением к катушке L_5 при помощи секции переключателя $П_{1\text{-}2}$ конденсаторов постоянной емкости. В поддиапазоне 25 *м* к катушке подключаются конденсаторы C_{19} и C_{20}, в поддиапазоне 31 *м* — конденсаторы C_{21} и C_{22}, в поддиапазоне 41 *м* — конденсаторы C_{23} и C_{24}, в поддиапазоне 49 *м* — конденсаторы C_{25} и C_{26} и в поддиапазоне 70 *м* — конденсаторы C_{27} и C_{28}. Напряжение положительной обратной связи с катушки L_7 подается в цепь базы транзи-

стора T_2 через разделительный конденсатор C_{17}. Для повышения стабильности частоты первого гетеродина применена последовательная обратная связь (через R_7). Напряжение от гетеродина подается в цепь базы транзистора смесительного каскада с помощью катушки L_6.

В каждом из поддиапазонов коротких волн частота гетеродина $f_{г1}$ должна устанавливаться таким образом, чтобы разность между средней частотой принимаемого сигнала соответствующего поддиапазона $f_{с.ср}$ и частотой $f_{г1}$ удовлетворяла следующему условию: $f_{с.ср} - f_{г1} = 1\,300$ *кгц*. В этом случае частотный спектр каждого из поддиапазонов коротких волн будет лежать в спектре от 1 050 до 1 550 *кгц*, т. е. в высокочастотной части диапазона средних волн, а градуировка шкалы приемника в поддиапазонах коротких волн будет иметь одинаковый с диапазонами длинных и средних волн возрастающий (или убывающий) характер.

Второй преобразователь частоты выполнен на транзисторах T_3 и T_4, включенных по схеме с общим эмиттером. Транзистор T_4 в каскаде второго смесителя работает при токе коллектора 0,3—0,4 *ма* и напряжении между коллектором и эмиттером 1,3—1,5 *в*, а транзистор T_3 второго гетеродина — при токе коллектора 0,4—0,5 *ма* и напряжении между коллектором и эмиттером 1,8—2 *в*. Цепи стабилизации рабочих точек этих транзисторов аналогичны цепям стабилизации режима работы транзисторов T_1 и T_2.

Частота генерации второго гетеродина определяется резонансными контурами, связанными с коллекторной цепью транзистора T_3 через катушки L_{18} на длинных и L_{14} на средних волнах. На длинных волнах (переключатель $П_2$ в положении *1*) в контур входят катушка L_{17} и конденсаторы C_{41}, C_{42}, C_{43}, C_{38}, а на средних ($П_2$ — в положении *2*) — катушка L_{13} и конденсаторы C_{39}, C_{40}, C_{38}. На коротких волнах (переключатель $П_2$ в положении *3*) используется контур диапазона средних волн, в который для получения необходимого перекрытия по частоте последовательно с конденсатором переменной емкости C_{38} включается конденсатор C_{37}.

Напряжение положительной обратной связи в диапазоне длинных волн снимается с катушки L_{16}, а в диапазоне средних волн с катушки L_{12}. Эти катушки связаны с транзистором T_3 соответственно через резисторы R_{13} и R_{12}. Параллельно входной цепи транзистора T_3 включены резистор R_{14} и конденсатор C_{44}. Такое включение катушек L_{12} и L_{16} позволяет упростить переключатель диапазонов, получить достаточно постоянную амплитуду и синусоидальную форму напряжения гетеродина во всем диапазоне частот подбором сопротивления резисторов R_{12}, R_{13} и емкости конденсатора C_{44} и практически полностью устранить взаимное влияние контуров. Напряжение от второго гетеродина с катушек связи L_{15} на длинных и L_{11} на средних и коротких волнах подается в цепь базы транзистора T_4 вместе с напряжением сигнала.

Прием радиовещательных станций в диапазонах длинных и средних волн осуществляется на магнитную антенну MA_2 при установке секций переключателя $П_{2\text{-}1}$ - $П_{2\text{-}6}$ соответственно в положения *1* или *2*. В колебательный контур входной цепи смесителя в диапазоне длинных волн входят катушки L_9 и конденсаторы C_{31}, C_{32}, C_{33}, а в диапазоне средних волн — катушка L_8 и конденсаторы C_{30}, C_{33}. Связь входных контуров с базой транзистора T_4 автотрансформаторная. При приеме на средних волнах к катушке контура диапазона длинных волн L_9 секцией переключателя $П_{2\text{-}3}$ подключается конден-

сатор C_{34}. Этот конденсатор снижает резонансную частоту контура диапазона длинных волн и полностью устраняет его влияние на работу колебательного контура в диапазоне средних волн, что позволяет расширить диапазон средних волн в его длинноволновой части до 580 *м*.

Прием радиовещательных станций в поддиапазонах коротких волн производится следующим образом. Переключатель $П_2$ устанавливается в положение *3* (короткие волны). При этом секцией переключателя $П_{2\text{-}1}$ этого переключателя включается напряжение питания транзисторов T_1 и T_2 первого преобразователя частоты, секцией переключателя $П_{2\text{-}2}$ отключается магнитная антенна $МА_2$ и включается резонансный контур $L_{10}C_{35}C_{36}C_{33}$, а секцией переключателя $П_{2\text{-}4}$ обеспечивается автотрансформаторное подключение этого контура к входной цепи второго смесителя. Индуктивность катушки L_{10} такая же, как у катушки L_8. Перестраивается контур конденсатором переменной емкости C_{33}. Благодаря конденсаторам C_{35} и C_{37} второй преобразователь частоты оказывается настроенным на прием радиовещательных станций в диапазоне частот 1 050—1 550 *кгц*, в которой преобразуются поддиапазоны коротких волн первым преобразователем частоты. Колебательный контур $L_{10}C_{35}C_{36}C_{33}$ связан с контуром полосового фильтра L_2C_5 через конденсатор C_{18}.

В цепь коллектора транзистора T_4 смесительного каскада включен полосовой фильтр, состоящий из резонансных контуров $L_{19}C_{49}$ и $L_{21}C_{50}$, связанных между собой через подстроечный конденсатор C_{52}. В эмиттерную цепь транзистора T_4 включен резистор R_{20} для получения последовательной отрицательной обратной связи, стабилизирующей коэффициент усиления каскада по напряжению и повышающей его выходное сопротивление. Конденсатор C_{48} и резистор R_{21} выполняют функции развязывающего фильтра в цепях питания транзистора смесительного каскада.

Четырехкаскадный усилитель промежуточной частоты собран на транзисторах T_6—T_9, включенных по схеме с общим эмиттером. Каждый из этих транзисторов работает при токе коллектора 0,4—0,5 *ма*. Напряжения между коллектором и эмиттером у транзисторов T_6, T_7, T_8 и T_9 составляют соответственно 1—1,4; 1—1,4; 0,5—0,6 и 1,9—2,1 *в*. Температурная стабилизация каскадов на транзисторах T_6 и T_7 обеспечивается автономной комбинированной отрицательной обратной связью по постоянному току, а на транзисторах T_8 и T_9 — общей параллельно-последовательной отрицательной обратной связью. Эта обратная связь создается непосредственным подключением коллектора транзистора T_8 к базе транзистора T_9 и базы транзистора T_8 к эмиттерной цепи транзистора T_9 (сопротивление постоянному току катушки L_{25} можно не учитывать).

Примененная схема с общей отрицательной обратной связью для стабилизации режимов работы транзисторов T_8 и T_9 имеет ряд преимуществ по сравнению со схемами, использующими автономные обратные связи. Она не требует дополнительного расхода тока от источника питания (так как не имеет делителей напряжения в цепях базы) и позволяет добиться лучшей стабилизации напряжения на коллекторе транзистора T_8 и тока коллектора транзистора T_9 (благодаря глубокой общей отрицательной обратной связи по постоянному току). Эта схема при меньшем числе резисторов и конденсаторов позволяет более полно использовать усилительные свойства транзи-

стора T_8, так как его коллекторную цепь шунтирует всего один резистор R_{34}.

Недостатком такой схемы стабилизации с общей отрицательной обратной связью является то, что в ней трудно осуществить автоматическую регулировку усиления, так как уменьшение тока коллектора в первом каскаде приводит к увеличению тока во втором, а уменьшение тока второго каскада — к резкому уменьшению напряжения на коллекторе первого. Поэтому режимы работы транзисторов первого каскада, используемого в схеме автоматической регулировки усиления, и второго каскада усилителя промежуточной частоты стабилизируются местными обратными связями по постоянному току.

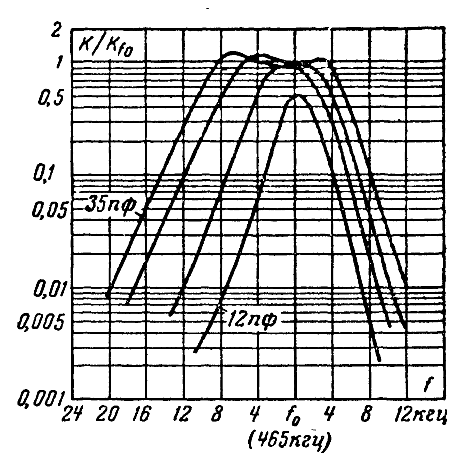


Рис. 4. Частотные характеристики усилителя второй промежуточной частоты.

В каждом каскаде усилителя промежуточной частоты применяется отрицательная обратная связь по переменному току (резисторы R_{28}, R_{31}, R_{33} и R_{35}), что позволяет значительно повысить стабильность работы усилителя и дает возможность использовать в его схеме транзисторы с разбросом по β от 15—20 до 300 без заметного изменения коэффициента усиления усилителя. Кроме того, входные и выходные сопротивления каскадов при подобной обратной связи повышаются, снижается их шунтирующее действие на резонансные контуры, что в свою очередь приводит к повышению их избирательных свойств.

В усилителе промежуточной частоты перед каждым из каскадов с полосовым фильтром (транзисторы T_7 и T_9) установлены апериодические (резисторные) каскады, собранные на транзисторах T_6 и T_8. Такое сочетание каскадов дает возможность обойтись без цепей нейтрализации.

Рассматриваемая схема усилителя промежуточной частоты очень удобна в радиолюбительской практике, когда несколько большее количество транзисторов и их стоимость не являются решающим фактором.

В усилителе промежуточной частоты используются три полосовых двухконтурных фильтра с переменной емкостной связью. Первый полосовой фильтр установлен на входе усилителя. Его контур $L_{19}C_{49}$ включен в коллекторную цепь транзистора T_4 в смесительном каскаде второго преобразователя частоты, а катушка связи L_{20} с контуром $L_{21}C_{50}$ подключена к цепи базы транзистора T_6 и к коллектору транзистора T_5. Колебательный контур $L_{22}C_{57}$ второго полосового фильтра включен в цепь коллектора транзистора T_7, а катушка связи L_{24} с контуром $L_{23}C_{59}$ — в цепь базы транзистора T_8. Контуры третьего полосового фильтра $L_{25}C_{61}$ и $L_{26}C_{64}$ включены в цепь коллектора

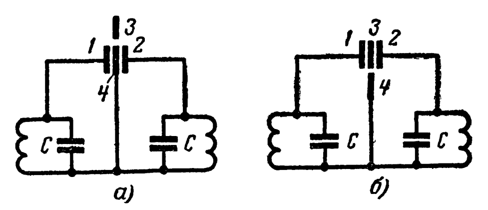


Рис. 5. Принципиальная схема специального конденсатора связи полосового фильтра.

а — минимальная связь между контурами; *б* — максимальная связь между контурами.

транзистора T_9 и в цепь базы детектора, собранного на транзисторе T_{10}.

Для получения эффективно регулируемой полосы пропускания усилителя промежуточной частоты во всех его трех полосовых фильтрах одновременно производится изменение емкости конденсатора связи C_{52}, C_{60}, C_{62}. Частотная характеристика усилителя при различных значениях емкости связи показана на рис. 4. Из этого рисунка видно, что полоса пропускания усилителя промежуточной частоты на уровне 0,707 (3 *дб*) от максимального значения может изменяться от 2,5 до 16 *кгц* при абсолютном изменении усиления менее чем в 2 раза. Недостатком такой регулировки полосы пропускания в изготовленном образце приемника является то, что середина кривой при расширении полосы пропускания смещается в сторону нижних частот. Этот недостаток может быть устранен изготовлением специальной конструкции конденсатора связи, как показано на рис. 5.

Неподвижные пластины *1* и *2* такого конденсатора подключаются к колебательным контурам полосового фильтра, а подвижные пластины *3* и *4*, закрепленные на гетинаксовой пластине, могут перемещаться внутри пластин *1* и *2*, причем пластина *4* заземляется, а пластина *3* остается свободной. Если между пластинами *1* и *2* находится пластина *4* (рис. 5, *а*), то к емкости конденсаторов *С* контуров добавляются емкости, образованные пластинами конденсаторов *1—4* и *2—4*. Если же между этими пластинами находится пластина *3* (рис. 5, *б*), то емкость связи между контурами полосового фильтра увеличивается, а емкость самих контуров уменьшается. Площадь пластины *4* должна быть в 2 раза меньше площади остальных пластин, причем уменьшение площади пластины *4* следует производить за счет уменьшения в 2 раза ее высоты.

Детекторный каскад приемника выполнен на транзисторе T_{10}, работающем в режиме эмиттерного детектирования. В эмиттерную цепь транзистора включен резистор нагрузки R_{38}, блокировочный конденсатор C_{65} и фильтр нижних частот $R_{39}C_{66}$. Такой детектор по сравнению с диодным детектором вносит меньшие нелинейные искажения (особенно при детектировании малых сигналов) и имеет в 10—20 раз большее входное сопротивление. Высокое входное сопротивление детекторного каскада позволяет полнее использовать усилительные свойства оконечного каскада усилителя промежуточной частоты и снизить шунтирующее действие детектора на полосовой фильтр $L_{25}C_{61}$ и $L_{25}C_{64}$.

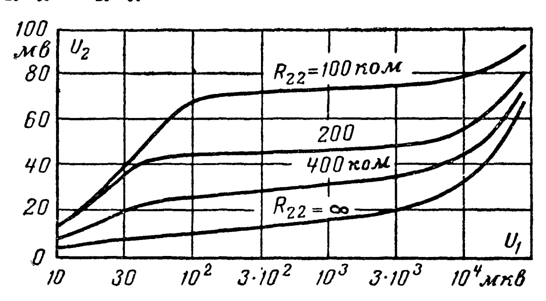


Рис. 6. Характеристика работы АРУ.

В схеме приемника применена автоматическая регулировка усиления (АРУ) с задержкой. Принцип ее действия заключается в следующем. Транзистор T_5, выполняющий функции усилителя постоянного тока, присоединен к резистору R_{25} На базу транзистора T_5 с нагрузки детектора R_{38} через резистор R_{23} поступает отрицательное смещение, а через резистор R_{22} — напряжение задержки от батареи $Б_1$ (гальванический элемент типа «Сириус»). Если сигнала нет, то транзистор T_{10} заперт, так как цепь его базы замкнута малым активным сопротивлением катушки L_{26} и, следовательно, падение напряжения на резисторе R_{38} равно нулю. В этом случае отрицательное смещение на базе транзистора T_5 отсутствует и ток его коллектора значительно меньше тока, протекающего через резистор R_{25}. Транзистор T_5 при этом заперт положительным напряжением, поступающим на его базу через резистор R_{22}, и первоначально заданный режим работы транзистора T_7 и чувствительность приемника не изменяются.

При появлении сигнала на нагрузке детектора — резисторе R_{38} возникает отрицательное по отношению к корпусу напряжение. В этом случае на базе транзистора T_5 действуют одновременно два напряжения: положительное от батареи $Б_1$, запирающее этот транзистор, и отрицательное из цепи детектора, отпирающее его. С момента, когда отрицательное напряжение на базе транзистора T_5 окажется больше положительного напряжения задержки, транзистор начнет отпираться и его коллекторная цепь будет шунтировать резистор R_{25}. Это приведет к уменьшению тока коллектора транзистора T_6 и к снижению его коэффициента усиления, а следовательно, и к уменьшению общего коэффициента усиления приемника.

На рис. 6 приведена характеристика работы АРУ при различных значениях сопротивления резистора R_{22} в цепи задержки и сопротивлении резистора $R_{23}=43$ *ком*. Здесь по горизонтальной оси отложены в логарифмическом масштабе значения напряжений U_1, приложенных к базе транзистора T_4, а по вертикальной оси даны в линейном масштабе значения продетектированных напряжений U_2, измеренных на выходе детектора при глубине модуляции входного сигнала 30%. Как видно из этого рисунка, при сопротивлении резистора R_{22}, равном 200 *ком*, и изменении напряжения на входе от 60 *мкв* до 6 *мв*, т. е. в 100 раз, напряжение на выходе детектора изменяется не более чем на 22%, а при изменении сигнала на входе от 60 *мкв* до 24 *мв*, т. е. в 400 раз, — не более чем в 2 раза.

Примененная схема АРУ обеспечивает прием большинства радиовещательных станций на одном уровне громкости. Вместе с тем она очень проста в налаживании, так как требует подгонки сопротивлений только резисторов R_{22} и R_{23}, подбираемых в зависимости от величины коэффициента усиления по току транзистора T_5. Указанные на схеме сопротивления этих резисторов соответствуют транзистору с коэффициентом усиления по току $\beta=100$. При меньшей или большей величине β транзистора T_5 сопротивления резисторов R_{22} и R_{23} нужно соответственно уменьшить или увеличить (в такое же число раз).

Усилитель низкой частоты содержит три каскада усиления. Предварительные каскады собраны на транзисторах T_{11} и T_{12}, а оконечный двухтактный каскад — на транзисторах T_{13} и T_{14}. Все транзисторы включены по схеме с общим эмиттером. Напряжение питания на предварительные каскады подается от стабилизатора напряжением 2,6 *в*, а на оконечный каскад — непосредственно от батареи $Б_2$ напряжением 4,5 или 9 *в*.

Транзистор T_{11} работает при токе коллектора 0,3 *ма*, транзистор T_{12} при токе 0,7 *ма*, а транзисторы T_{13} и T_{14} — при токе покоя каждого 3—5 *ма*, если напряжение батареи $Б_2$ равно 4,5 *в*, или при токе 4—6 *ма*, если напряжение этой батареи равно 9 *в*. Напряжение между коллектором и эмиттером у транзистора T_{11} составляет 0,4—0,6 *в*, у транзистора T_{12} — 2—2,2 *в*, а у транзистора T_{14} и T_{15} — 4,5 или 9 *в*. Для создания начального смещения на базы транзисторов T_{13} и T_{14} используется эмиттерный ток транзистора T_{12}. Благодаря этому исключаются потери тока в цепи смещения транзисторов T_{13} и T_{14}, а их начальные токи становятся практически независимыми от напряжения батареи $Б_2$.

Усилитель низкой частоты охвачен общей отрицательной обратной связью по переменному току глубиной не менее 10 *дб*. Напряжение обратной связи снимается с обмотки *III* трансформатора $Тр_2$ и подается через резистор R_{44} в эмиттерную цепь транзистора T_{11}. Эта обратная связь снижает выходное сопротивление усилителя и повышает его входное сопротивление. Низкое выходное сопротивление, оказывая демпфирующее действие на громкоговоритель *Гр*, улучшает его работу, а высокое входное сопротивление усилителя повышает эффективность работы детекторного каскада. Большая чувствительность и высокое входное сопротивление усилителя низкой частоты обеспечивают также его хорошую работу от пьезоэлектрического звукоснимателя *Зв*.

Стабилизатор, позволяющий получить стабилизированное напряжение 2,6 *в* для питания каскадов высокой частоты и предварительных каскадов усилителя низкой частоты, собран на транзисторе

T_{15} и четырех последовательно включенных опорных диодах $Д_1$—$Д_4$ Транзистор T_{15} в схеме стабилизатора играет роль регулировочного сопротивления в цепи питания каскадов приемника. Стабилизатор практически не потребляет тока от источника питания.

СУПЕРГЕТЕРОДИН НА 21 ТРАНЗИСТОРЕ

На рис. 7 приведена принципиальная схема приемника, собранного на 21 транзисторе, в котором также используется двойное преобразование частоты. От приемника схемы рис. 2 его отличают усложненная высокочастотная часть и бестрансформаторный экономичный усилитель низкой частоты.

Прием радиовещательных станций на коротких волнах осуществляется при помощи рамочной антенны, которая является ручкой для переноса приемника. Как показала проверка, рамочная антенна такого типа по своим электрическим параметрам не уступает магнитной антенне, выполненной на ферритовом сердечнике, и, кроме того, она может быть изготовлена практически любым радиолюбителем. На длинных и средних волнах используются ферритовые антенны на отдельных сердечниках. Это позволяет уменьшить влияние антенн друг на друга и облегчить настройку и сопряжение контуров второго преобразователя частоты на указанных диапазонах. На коротких волнах во втором преобразователе частоты применены отдельные резонансные контуры, что позволило получить практически равномерную частотную шкалу приемника.

Благодаря указанным ранее изменениям в приемнике схемы рис. 7 были улучшены следующие параметры. Избирательность по зеркальному каналу на коротких волнах увеличена до 40 *дб* благодаря применению резонансного усилителя высокой частоты, включенного на входе первого преобразователя частоты, и повышению по сравнению со схемой рис. 2 первой промежуточной частоты. Чувствительность на коротких волнах увеличена в 5—7 раз, так как собственные шумы усилителя высокой частоты значительно ниже, чем у смесительного каскада. Глубина автоматической регулировки усиления расширена до 60 *дб* благодаря охвату ею усилителей высокой частоты, включенных на входе первого и второго преобразователей частоты. Задержка работы АРУ осуществляется с помощью кремниевых диодов, в результате чего отпадает необходимость в использовании специального источника смещения. Защищенность от помех, возникающих при двойном преобразовании частоты, уменьшена благодаря увеличению избирательности фильтра первой промежуточной частоты до 60 *дб* и оптимальному выбору режимов работы смесительных каскадов. Чувствительность на длинных и средних волнах также увеличена в 1,5—2 раза из-за применения апериодического усилителя высокой частоты на входе второго преобразователя частоты. Полоса воспроизводимых частот усилителем низкой частоты значительно расширена: неравномерность частотной характеристики менее 2 *дб* в диапазоне от 20 *гц* до 20 *кгц*.

Усилитель высокой частоты в диапазоне коротких волн собран на транзисторе T_1 по схеме с общим эмиттером и работает в режиме: ток коллектора 0,9—1,2 *ма* и напряжение между коллектором и эмиттером — 2,2—2,7 *в*. База транзистора через разделительный конденсатор C_{11} подключена к рамочной антенне *РА*, которая настраивается на частоты соответствующих поддиапазонов коротких волн

с помощью конденсаторов C_1—C_9, C_{12}, коммутируемых секцией переключателя $П_{1\text{-}1}$. Смещение рабочей точки подается на базу транзистора T_1 через резисторы R_2 и R_3. Каскад на транзисторе T_1 собран по схеме параллельного питания. Напряжение постоянного тока к коллектору подводится через резистор R_1, а напряжение переменного тока выделяется на резонансном контуре, состоящем из катушки L_7 и подключаемых к ней с помощью секции переключателя $П_{1\text{-}2}$ конденсаторов C_{18}, C_{21}—C_{29}.

На транзистор T_1 подается напряжение усиленной АРУ. Усилитель постоянного тока цепи АРУ собран на транзисторе T_2 по схеме с общим эмиттером. Сигнал постоянного тока на базу транзистора T_2 подается от нагрузки детектора через резисторы R_4, R_{40} и диоды $Д_1$, $Д_2$. Коллектор транзистора T_2 подключен к точке соединения резисторов R_2 и R_3. Когда сигнала на входе приемника нет, напряжение постоянного тока на нагрузке детектора отсутствует и транзистор T_2 заперт. В этом случае транзистор T_1 работает в режиме наибольшего усиления. При наличии сигнала на входе приемника на нагрузке детектора появляется постоянное напряжение. Если это напряжение превышает 1—1,2 *в*, то транзистор T_2 отопрется и напряжение на его коллекторе уменьшится. При этом ток базы транзистора T_1 также уменьшится, снизится ток его коллектора и, следовательно, коэффициент усиления транзистора T_1. Если постоянное напряжение на нагрузке детектора меньше 1 *в*, то ток в цепи базы транзистора T_2 течь не будет из-за того, что примененные в схеме кремниевые диоды $Д_1$ и $Д_2$ начинают пропускать ток в прямом направлении только в том случае, если к каждому из них приложено напряжение более 0,5 *в*. До этого значения напряжения на нагрузке детектора ток коллектора транзистора T_1 изменяться не будет. Благодаря этому в работе АРУ обеспечивается необходимая задержка.

Смесительный каскад первого преобразователя частоты выполнен на транзисторе T_3, включенном для сигнала, поступающего от транзистора T_1 по схеме с общим эмиттером, а для напряжения гетеродина — по схеме с общей базой. Транзистор T_3 работает при токе коллектора 0,6—0,8 *ма*, напряжении между коллектором и эмиттером 2,2—2,4 *в* и напряжении между эмиттером и корпусом 0,9—1,1 *в*. Сигнал на базу транзистора T_3 подается с катушки связи L_8, а напряжение гетеродина с катушки связи L_9. В цепь коллектора включен резонансный контур L_6C_{32}, который вместе с контурами L_1C_{13}, L_3C_{16}, L_4C_{19}, катушками связи L_2, L_5, конденсатором связи C_{17} и резисторами R_5—R_7, R_{11} образует полосовой фильтр сосредоточенной селекции, пропускающий частоты от 4,1 до 4,6 *Мгц* при неравномерности 6 *дб*, а на частотах выше 6 и ниже 2 *Мгц* он обеспечивает затухание более 60 *дб*.

Местный гетеродин первого преобразователя частоты собран на транзисторе T_4, включенном по схеме с общим эмиттером. Транзистор работает при токе коллектора 0,9—1,1 *ма*, напряжении коллектор — эмиттер 1,2—1,4 *в* и напряжении эмиттер — корпус 0,4—0,6 *в*.

Режим работы транзистора T_4 жестко стабилизирован последовательно-параллельной обратной связью, создаваемой резисторами R_{12}, R_{13}, R_{15} и R_{16}. Частота генерации определяется резонансным контуром, состоящим из конденсаторов C_{33}, C_{36}—C_{44}, подключаемых к катушке L_9 с помощью секции переключателя $П_{1\text{-}3}$. Связь контура с цепью коллектора транзистора T_4 осуществляется с помощью катушки L_{10}. Напряжение положительной обратной связи на базу транзистора T_4 подается с катушки L_{11}.

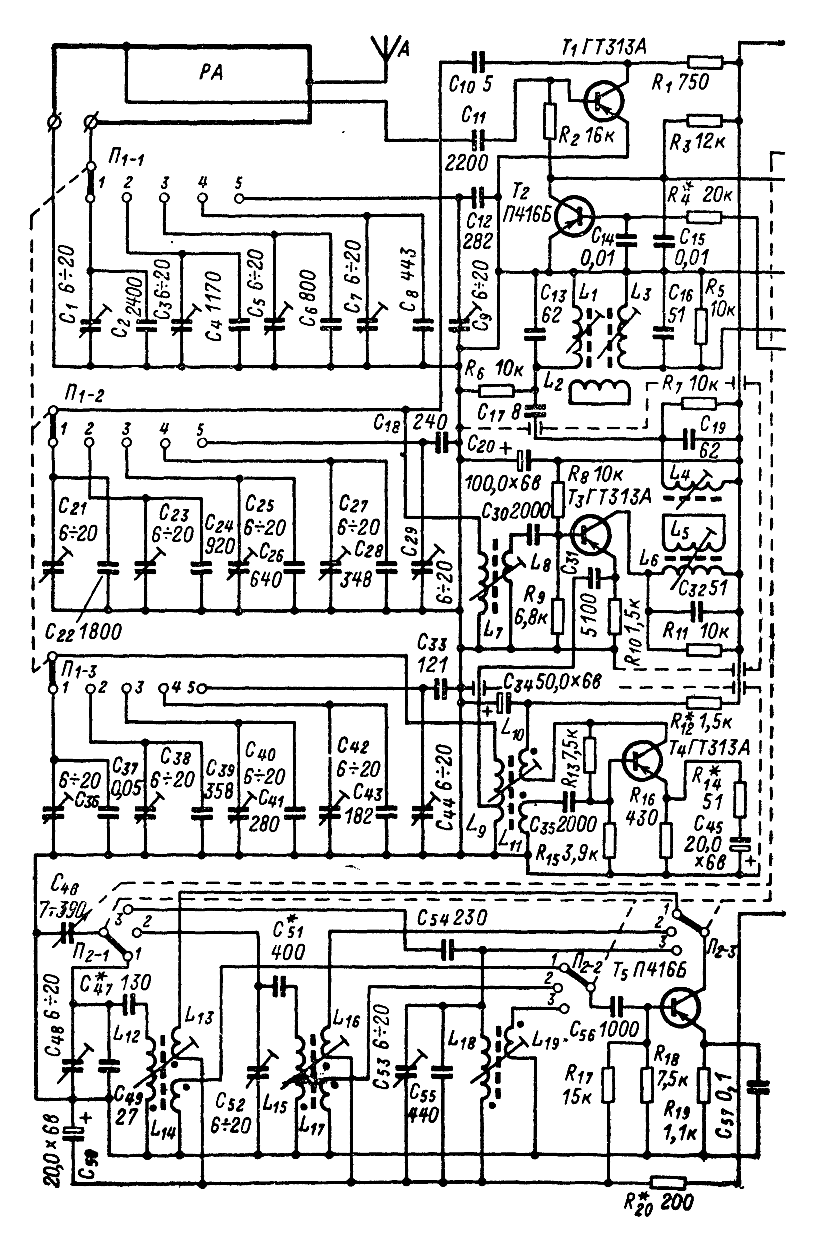
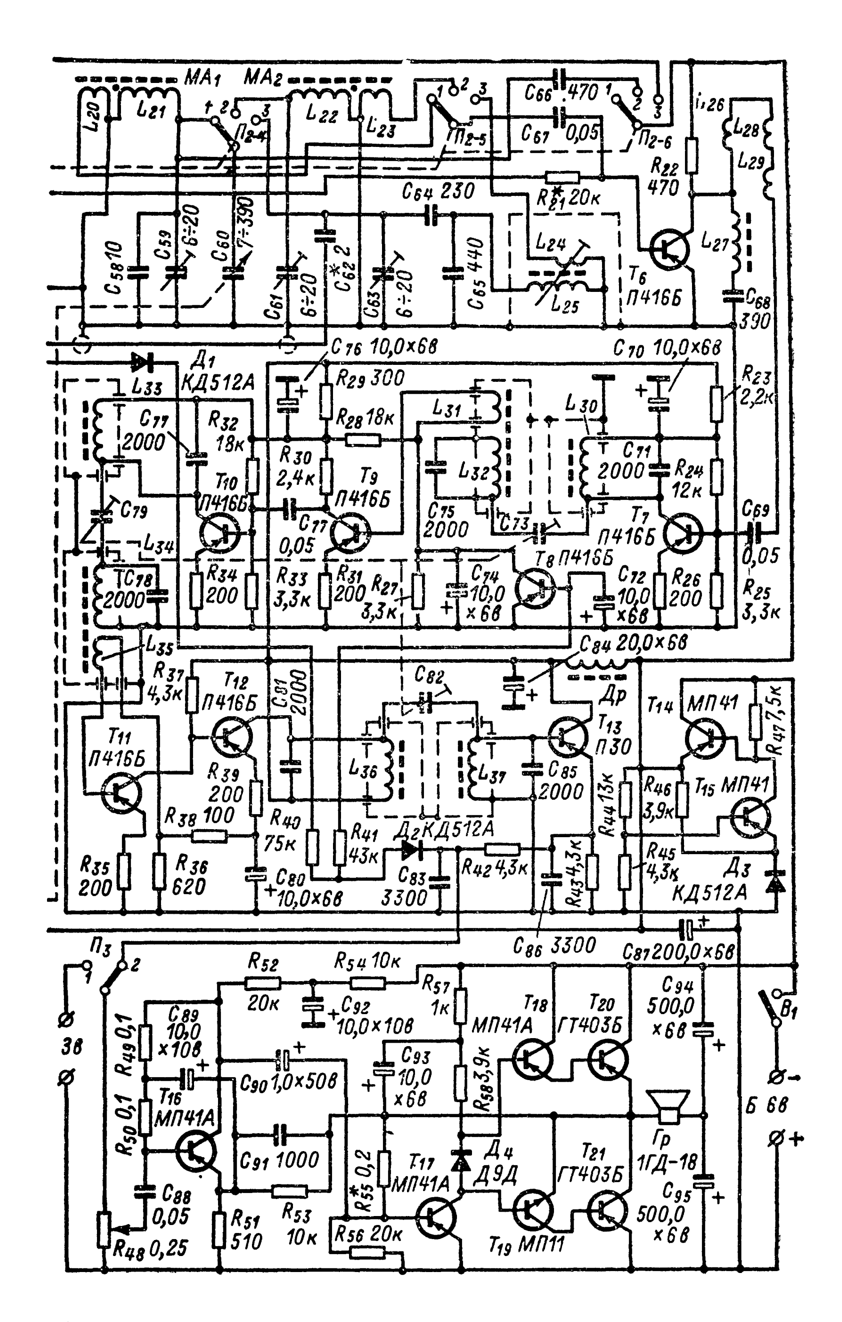


Рис. 7. Принципиальная схема приемника.


MA1
MA2
L20
L21
L22
L23
П2-4
П2-5
П2-6
C66 470
C67 0,05
R22 470
L26
L28
L29
L27
R*21 20к
C64 230
C58 10
C59 6÷20
C60 7÷390
C61 6÷20
C*62 2
C63 6÷20
C65 440
L24
L25
T6 П416Б
C68 390
C76 10,0×6в
C70 10,0×6в
Д1 КД512А
L33
R29 300
R23 2,2к
C77 2000
R32 18к
R28 18к
L31
L30
C71 2000
R24 12к
R30 2,4к
T10 П416Б
T9 П416Б
L32
C75 2000
T7 П416Б
C69 0,05
C79
C77 0,05
C73
L34
T8 П416Б
TC78 2000
R34 200
R33 3,3к
R31 200
R27 3,3к
C74 10,0 ×6в
C72 10,0 ×6в
R26 200
R25 3,3к
L35
C84 20,0×6в
R37 4,3к
T12 П416Б
C81 2000
C82
Др
T14 МП41
R47 7,5к
T11 П416Б
T13 П30
L36
L37
C85 2000
R44 13к
R46 3,9к
T15 МП41
R39 200
R38 100
R40 75к
R41 43к
Д2 КД512А
R42 4,3к
R43 4,3к
R45 4,3к
Д3 КД512А
R35 200
R36 620
C80 10,0×6в
C83 3300
C86 3300
C87 200,0×6в
П3
R52 20к
R54 10к
R57 1к
T18 МП41А
T20 ГТ403Б
C94 500,0 ×6в
3в
R49 0,1
C89 10,0 ×10в
C92 10,0×10в
C90 1,0×50в
C93 10,0 ×6в
R58 3,9к
В1
Б 6в
T16 МП41А
R50 0,1
C91 1000
Д4 Д9Д
T21 ГТ403Б
Гр 1ГД-18
C88 0,05
R51 510
R53 10к
R*55 0,2
T17 МП41А
C95 500,0 ×6в
R48 0,25
R56 20к
T19 МП11

Апериодический усилитель, включенный на входе второго преобразователя частоты, собран на транзисторе T_6 по схеме с общим эмиттером. Транзистор работает при токе коллектора 2,5—2,8 *ма* и напряжении между коллектором и эмиттером 1,9—2,3 *в*. На транзистор подается напряжение усиленной АРУ. Смещение на базу транзистора T_6 подается через резистор R_{21} от точки соединения коллектора транзистора T_2 (усилителя постоянного тока) с резисторами R_2 и R_3. Во входной цепи транзистора T_6 установлены резонансные контуры диапазонов длинных и средних волн, а также контур первой промежуточной частоты, с помощью которого осуществляется настройка на радиовещательные станции, преобразованные первым преобразователем в полосу частот первой промежуточной частоты (от 4,1 до 4,6 *Мгц*). Контуры соответственно состоят из катушек L_{21}, L_{22} (магнитных антенн MA_1 и MA_2) и L_{25}, к которым с помощью секции переключателя $П_{2\text{-}4}$ поочередно подключается конденсатор переменной емкости C_{60}. Конденсаторы C_{64} и C_{65} обеспечивают возможность настройки контура первой промежуточной частоты в диапазоне от 4,1 до 4,6 *Мгц*. Этот контур связан с выходом фильтра первой промежуточной частоты конденсатором C_{62}.

Высокочастотное напряжение на базу транзистора T_6 поступает с указанных выше резонансных контуров с помощью катушек связи L_{20}, L_{23} и L_{24}, которые коммутируются секцией переключателя $П_{2\text{-}5}$. Секция переключателя $П_{2\text{-}6}$ служит для включения напряжения питания к первому преобразователю частоты (в положении *3*), а в положении *2* подключает к контуру диапазона длинных волн конденсатор C_{66} для ослабления влияния магнитной антенны MA_1 на магнитную антенну MA_2 диапазона средних волн.

В цепи коллектора транзистора T_6 включен заградительный контур L_{27}, C_{68}, настроенный на вторую промежуточную частоту 465 *кгц*. С помощью этого контура при наличии апериодического усилителя, включенного на входе второго преобразователя частоты, обеспечивается устойчивость работы приемника.

Второй преобразователь частоты собран на транзисторах T_5 и T_7 по схеме с общим эмиттером. Транзистор T_5 второго гетеродина работает при токе коллектора 0,6—0,8 *ма* и напряжении коллектор — эмиттер 2,4—2,8 *в*, а транзистор T_7 смесителя при токе коллектора 0,4—0,6 *ма* и напряжении коллектор — эмиттер 1,6—2,0 *в*. Схема гетеродина во многом сходна со схемой гетеродина приемника, описанного ранее (см. рис. 2), и отличается тем, что катушки положительной обратной связи L_{14}, L_{17} и L_{19} включаются с помощью переключателя $П_2$, имеющего шесть направлений, что упрощает настройку гетеродина. Так как вторая промежуточная частота значительно выше частот диапазона средних волн, то во втором гетеродине предусмотрен отдельный контур L_{18}, C_{53}—C_{55}, обеспечивающий вместе с конденсатором переменной емкости C_{46} генерирование колебаний в диапазоне частот от 4,465 до 4,965 *Мгц*. Конденсатор C_{46} коммутируется секцией переключателя $П_{2\text{-}1}$. Катушки связи L_{13}, L_{16} и катушка резонансного контура L_{18} подключаются к коллектору транзистора T_5 секцией переключателя $П_{2\text{-}3}$.

Схема смесительного каскада и УПЧ с детектором (транзисторы T_7—T_{13}) в основном подобна схеме соответствующих каскадов рис. 2 (транзисторы T_4—T_{10}). Отличие состоит лишь в том, что в цепь базы транзистора T_8 усилителя постоянного тока последовательно с резистором R_{41} включен диод $Д_2$, обеспечивающий задержку ра-

боты АРУ. Таким образом, АРУ в приемнике охвачены три каскада (транзисторы T_1, T_6 и T_9) на коротких волнах и два каскада (транзисторы T_6 и T_9) на длинных и средних волнах. Благодаря этому значительно расширяется диапазон работы АРУ, и прием большинства радиовещательных станций ведется практически при одинаковой громкости.

В цепи питания каскадов высокой и промежуточной частоты включен стабилизатор постоянного напряжения, собранный на транзисторах T_{14}, T_{15} и диоде $Д_3$. Транзистор T_{14} выполняет функции регулируемого сопротивления, транзистор T_{15} — усилителя постоянного тока цепи обратной связи, а диод $Д_3$ обеспечивает получение опорного напряжения 0,7 *в*. Напряжение на выходе стабилизатора 3,3 *в*.

Усилитель низкой частоты выполнен по бестрансформаторной схеме на транзисторах T_{16}—T_{21}. Транзистор T_{16} первого каскада включен по схеме с общим эмиттером и работает при токе коллектора 0,16—0,18 *ма*, напряжении коллектор — эмиттер 1,0—1,3 *в* и напряжении эмиттер — корпус 0,22—0,26 *в* Стабилизация режима его работы обеспечивается резисторами R_{49}—R_{52}, R_{54}. Конденсатор C_{88} — разделительный, а C_{89} и C_{92} блокировочные. Конденсатор C_{89} позволяет реализовать максимальное входное сопротивление усилителя благодаря тому, что при его включении резистор R_{49} шунитирует выходную цепь транзистора T_{16}, а резистор R_{50} — его базу и эмиттер.

Транзистор второго каскада T_{17} собран по схеме с общим эмиттером и работает при токе коллектора 0,65—0,75 *ма* и напряжении между коллектором и эмиттером 3—3,2 *в* при напряжении батареи питания 6,5 *в*. Такой малый разброс напряжения на коллекторе необходим для отдачи максимальной неискаженной мощности в нагрузку. С этой же целью включен конденсатор C_{93}, с помощью которого увеличивается размах напряжения сигнала на входе транзисторов T_{18}—T_{21}.

В качестве транзисторов T_{20}, T_{21} используются транзисторы сплавного типа ГТ403Б. Эти транзисторы имеют близкий к теоретически возможному коэффициент полезного действия выходной цепи и позволяют эффективно усиливать сигнал в широком спектре частот до 20 *кгц*.

Смещение на базы транзисторов T_{18}—T_{21} получается за счет падения напряжения, возникающего на диоде $Д_4$ в результате протекания через него тока коллектора транзистора T_{17}. Падение напряжения на диоде около 0,3 *в* обеспечивает получение общего начального тока смещения транзисторов T_{18}—T_{21} (при отсутствии сигнала) 3—8 *ма*. Благодаря тому, что нагрузка включена в диагональ моста, образованного выходными цепями транзисторов T_{20}, T_{21} и конденсаторами C_{94}, C_{95}, исключается возникновение резких бросков тока через транзисторы $T_{20}T_{21}$ при включении усилителя.

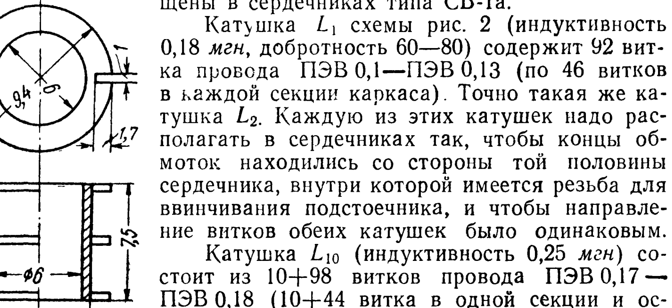
Усилитель охвачен отрицательной обратной связью (резистор R_{55}), которая также стабилизирует потенциал коллектора транзистора T_{17}. Кроме того, для резкого снижения нелинейных искажений, уменьшения выходного и увеличения входного сопротивлений используется еще одна обратная связь, создаваемая резистором R_{53}, включенным между выходом усилителя и точкой соединения эмиттера транзистора T_{16} и резистора R_{51}. Последний является одновременно резистором общей и местной обратной связи транзистора первого каскада.

При напряжении питания 6,5 *в* выходная мощность усилителя составляет 0,5 *вт*. Его к. п. д. близок к 74%.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРИЕМНИКОВ

В конструкциях описанных ранее приемников используются в основном готовые детали: постоянные резисторы типа УЛМ МЛТ-0,125, МЛТ-0,25, потенциометры СП-1, СП-2, конденсаторы КСО-1, КСО-2, К-50-6, блок конденсаторов переменной емкости с твердым диэлектриком и т. п.

В схеме на рис. 2 катушки L_1, L_2, L_{10}—L_{18} и в схеме на рис. 7 катушки L_{12}—L_{17}, L_{27} намотаны на двухсекционных каркасах, изготовленных из полистирола, органического стекла или картона в соответствии с рис. 8. Каркасы с катушками размещены в сердечниках типа СБ-1а.



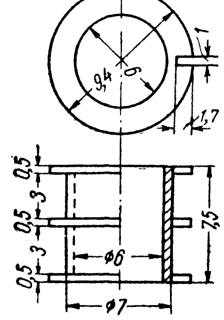


Рис. 8. Каркас для катушек индуктивности.

Катушка L_1 схемы рис. 2 (индуктивность 0,18 *мгн*, добротность 60—80) содержит 92 витка провода ПЭВ 0,1—ПЭВ 0,13 (по 46 витков в каждой секции каркаса). Точно такая же катушка L_2. Каждую из этих катушек надо располагать в сердечниках так, чтобы концы обмоток находились со стороны той половины сердечника, внутри которой имеется резьба для ввинчивания подстроечника, и чтобы направление витков обеих катушек было одинаковым.

Катушка L_{10} (индуктивность 0,25 *мгн*) состоит из 10+98 витков провода ПЭВ 0,17 — ПЭВ 0,18 (10+44 витка в одной секции и остальные витки в другой). Катушки L_{11}—L_{14} (см. рис. 2) размещаются на одном каркасе, причем L_{13} (92 витка провода ПЭВ 0,17, добротность 60—80) и L_{14} (25 витков провода ПЭВ 0,1) наматывают одновременно в два провода до заполнения каркаса. Катушки L_{11} (1 виток провода ПЭВ 0,12) и L_{12} (3 витка провода ПЭВ 0,12) располагают во второй секции, ближе к ее средней части. Для схемы на рис. 2 катушки L_{15} (1 виток провода ПЭВ 0,12), L_{16} (3 витка провода ПЭВ 0,12), L_{17} (195 витков провода ПЭВ 0,12) и L_{18} (28 витков провода ПЭВ 0,1) тоже размещаются на одном каркасе и наматываются так же, как и катушки L_{11}—L_{14}.

В схеме на рис. 7 катушки L_{12}—L_{14} наматываются на одном каркасе, а L_{15}—L_{17} — на другом. Катушки L_{12}, L_{13} (195 и 35 витков провода ПЭВ 0,1) наматывают одновременно в два провода, заполняя равномерно сначала одну, а затем другую секции каркаса. Катушку L_{14} (1 виток провода ПЭВ 0,13) располагают во второй секции ближе к ее средней части. Катушки L_{15} (92 витка провода ПЭВ 0,17, добротность 60—70) и L_{16} (35 витков провода ПЭВ 0,1) наматывают аналогично катушкам L_{12}, L_{13}, а катушку L_{17} (1 виток провода ПЭВ 0,13) — аналогично катушке L_{14}. Катушку L_{27} (136 витков провода ПЭВ 0,13) наматывают равномерно по 68 витков сначала в одной, а затем в другой секциях.

Катушки L_1, L_3, L_4, L_6, L_{18}, L_{19}, L_{24}, L_{25} схемы на рис. 7 наматывают на каркасах, изготовленных в соответствии с рис. 8, но не имеющих средней перегородки, т. е. односекционных каркасах, которые затем размещают в броневые сердечники типа СБ-1а. Катушку L_1 (33 витка провода ПЭВ 0,15) наматывают в один ряд, а витки скрепляют полистирольным клеем (раствор полистирола или органического стекла в дихлорэтане). Катушки L_3, L_4, L_6 — точно так же,

как катушку L_1. Катушку L_{18} (10 витков провода ПЭВ 0,27) наматывают в один ряд, скрепляя витки полистирольным клеем. Катушку L_{19} (1 виток провода ПЭЛШО 0,12 или ПЭВ 0,12) наматывают на катушку L_{18} в средней ее части и также скрепляют полистирольным клеем. Точно так же изготовляются катушки L_{25} (10 витков провода ПЭВ 0,27) и L_{24} (1 виток провода ПЭЛШО 0,12 или ПЭВ 0,12).

Сердечники СБ-1а с установленными в них катушками L_1 и L_3 таким образом, чтобы направления витков в них были одинаковыми, приклеивают, располагая рядом, на плате из изолированного материала резьбовой частью вверх. Затем на оба сердечника сразу наматывают катушку L_2 (21 виток провода ПЭЛШО 0,12), а ее витки скрепляют полистирольным клеем. После настройки начало и конец катушки L_2 необходимо будет соединить. Катушку L_5, точно такую

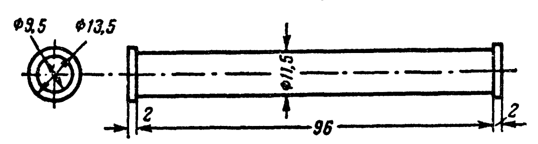


Рис. 9. Каркас для катушки L_3 схемы на рис. 2.

же, как L_2, наматывают на расположенные рядом и приклеенные резьбовой частью вверх сердечники СБ-1а с катушками L_4, L_6, у которых витки направлены также в одну сторону.

Катушки связи второго гетеродина (см. рис. 7) с соответствующим смесительным каскадом L_{26}, L_{28}, L_{29} содержат по одному витку провода ПЭЛШО 0,2—ПЭЛШО 0,3 каждая. Они наматываются сверху броневых сердечников типа СБ-1а контуров гетеродина длинных, средних и коротких волн следующим образом. Конец провода длиной 20—30 *см* зачищают, залуживают и припаивают в точке соединения коллектора транзистора T_6 резистора R_{22} и катушки L_{27}. Затем, слегка натягивая провод, делают один виток вокруг первого броневого сердечника СБ-1а (например, с катушками L_{12}—L_{14}), после этого, сохраняя натяжение провода, наматывают по одному витку на второй и на третий сердечники с катушками L_{15}—L_{17} и L_{18}, L_{19}. Последовательность намотки этих витков не имеет значения. Оставшийся свободным конец припаивают к свободному выводу конденсатора C_{69} (см. рис. 7).

Катушку L_3 магнитной антенны коротких волн схемы на рис. 2, содержащую 13 витков посеребренного провода диаметром 1 *мм*, наматывают с шагом 5 *мм* на каркасе из полистирола или органического стекла (рис. 9) и приклеивают к каркасу полистирольным клеем. Каркас с катушкой располагают в средней части ферритового стержня марки Ф-20 диаметром 9,5 и длиной 180 *мм*. Начало катушки соединяют с заземляющей шиной, а к четвертому витку, предварительно очистив место пайки от клея, припаивают гибкий провод и соединяют его с концом катушки L_6. Катушку связи с антенной L_4 (5 витков провода ПЭВ 0,13) наматывают на каркасе, склеенном из плотной бумаги, и располагают на ферритовом стержне со стороны начала обмотки катушки L_3 Расстояние между катушками L_3 и L_4 подбирают опытным путем.

Катушки L_5—L_7 (см. рис. 2) размещают на каркасе, изготовленном из полистирола или органического стекла, в соответствии

с рис. 10. Сначала наматывают катушку L_5 (10 витков посеребренного провода) диаметром 0,5 *мм* (шаг намотки 0,8 *мм*, добротность на частоте 6 *Мгц* не меньше 100) и проклеивают ее полистирольным клеем. В каркас ввинчивают два подстроечника от сердечника СБ-1а так, чтобы они располагались в средней части катушки и плотно соприкасались друг с другом. Это необходимо для сохранения стабильности частоты гетеродина при механических толчках и акустической вибрации, которая может возникать при работе приемника на большой громкости. Катушки L_6 и L_7 по одному витку провода ПЭЛШО 0,12 каждая наматываются на катушку L_5 в средней ее части. Такое расположение катушек L_6 и L_7 позволяет уменьшить

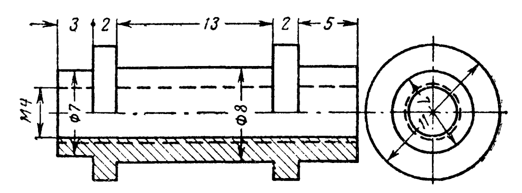


Рис. 10. Каркас для катушек L_5—L_7 схемы на рис. 2.

поле рассеивания между ними и катушкой L_5 и получить практически не зависящую от частоты амплитуду колебаний гетеродина во всех поддиапазонах коротких волн.

Катушки L_7, L_8 схемы на рис. 7 изготовляют на каркасе из полистирола или органического стекла внешним диаметром 6 и длиной 16 *мм*. Внутри каркаса по всей длине нарезается резьба М4 для ввинчивания в него подстроечника от сердечника СБ-1а. Катушку L_7 наматывают на каркас проводом ПЭВ 0,3, по возможности натягивая его. Десять витков располагают равномерно с шагом так, чтобы длина намотки составляла 10 *мм*. При этом с одной стороны каркаса должно остаться 2, а с другой — 4 *мм*. Витки скрепляют полистирольным клеем, а концы катушки нитками. На катушку L_7 наматывают катушку L_8 (2 витка провода ПЭЛШО 0,12), располагая ее около пятого и шестого витков катушки L_7. Витки катушки L_8 также скрепляют полистирольным клеем. Каркас с катушками устанавливают на плате в отверстие диаметром, несколько меньшим, чем диаметр каркаса.

Катушки L_9—L_{11} наматываются на таком же каркасе, как у катушек L_7, L_8. Сначала наматывают катушку L_9 (11 витков провода ПЭВ 0,27), располагая ее витки с шагом так, чтобы длина намотки составляла 10 *мм*. Отвод припаивают не к виткам катушки L_9, а прямо к тому выводу катушки, который присоединяется к заземляющей шине. Отвод припаивают ближе к каркасу катушки так, чтобы между заземляющей шиной и точкой присоединения отвода оставался кусок провода длиной 1,5—2 *см*. Напряжение гетеродина, создающееся на этом куске провода, являющегося частью колебательного контура гетеродина, вполне достаточно для работы смесительного каскада. При этом уменьшаются помехи от двойного преобразования частоты и влияние контура, включенного на входе первого смесителя, на контур гетеродина. Катушку L_{10} (7 витков провода ПЭЛШО 0,12) наматывают внавал на катушку L_9 на участке меж-

ду вторыми и четвертыми витками. Катушку L_{11} (1 виток провода ПЭЛШО 0,12) наматывают на катушку L_9 возле пятого и шестого витков. Обе катушки L_{10} и L_{11} скрепляют полистирольным клеем. Каркас с катушками крепится к плате аналогично каркасу с катушками L_7, L_8.

Рамочную антенну *РА* изготовляют из медного стержня круглого сечения или трубки толщиной 6 *мм* (три стороны с внешними размерами 160, 200 и 160 *мм*), П-образный стержень через два отверстия вставляют в корпус приемника так, чтобы концы могли погрузиться на глубину 55—60 *мм*.

Оставшаяся над корпусом часть стержня выполняет роль ручки для переноски приемника. К концам стержня припаивают две медные круглые шины толщиной 2,5—3 *мм*. Первая шина длиной около 160 *мм*, изогнутая так, чтобы не загораживать доступ к подстроечным деталям второго преобразователя частоты, присоединяется вторым своим концом к заземляющей шине как можно ближе к эмиттеру транзистора T_1. Вторая шина длиной около 80 *мм* присоединяется к секции переключателя $П_{1\text{-}1}$. Обе шины в месте соединения с концами стержня должны быть жестко закреплены на гетинаксовой плате приемника. Все соединения должны быть выполнены очень тщательно. Отвод, с которого сигнал от рамочной антенны через конденсатор C_{11} подается на базу транзистора T_1, припаивается к шине на расстоянии 13—16 *см* от точки его соединения с заземляющей шиной.

В схеме приемника (см. рис. 2) катушки магнитных антенн длинных и средних волн размещены на одном ферритовом стержне марки Ф-600 диаметром 8,5 и длиной 160 *мм*, а в схеме (рис. 7) — на отдельных ферритовых стержнях, имеющих те же данные. Катушки наматывают на каркасах длиной 35—40 *мм*, склеенных клеем БФ-2 или БФ-4 из трех слоев плотной бумаги или прессшпана толщиной 0,1 *мм*. Оправкой при склеивании каркаса служит сам ферритовый стержень.

Для того чтобы каркас мог достаточно свободно перемещаться по ферритовому стержню, при его склеивании необходимо стержень обернуть одним слоем бумаги толщиной не более 0,05 *мм*. Катушка L_8 (см. рис. 2) состоит из 10+51 витков провода ЛЭШО 18×0,07. Намотка выполнена тремя трехслойными секциями. В первом слое каждой секции восемь, во втором семь и в третьем пять витков (в третьей секции третьего слоя шесть витков) Расстояние между секциями 1,5—2 *мм*. Витки катушки L_8 и остальных катушек магнитных антенн диапазонов длинных и средних волн обоих приемников пропитывают полистирольным клеем. Катушка L_9 (12+188 витков провода ЛЭШО 6×0,07) размещается на таком же каркасе и тоже разбита на три секции, в каждой из которых пять слоев намотки. В первых двух секциях в первом слое 17, во втором 15, в третьём 13, в четвертом 11 и в пятом 9 витков. В третьей секции в каждом слое число витков на единицу больше. В схеме (см. рис. 7) катушка L_{21} (180 витков провода ЛЭШО 5×0,07) состоит из пяти одинаковых секций, в каждой по три слоя, в первом 13, во втором 12 и в третьем 11 витков. Расстояние между секциями 1 *мм*. Катушку связи L_{20} (9 витков провода ПЭЛШО 0,18—ПЭЛШО 0,27) наматывают на каркас со стороны начала катушки L_{21}. Катушку L_{22} (56 витков провода ЛЭШО 12×0,07) наматывают в один ряд. Катушку L_{23} (8 витков провода ПЭЛШО 0,18—ПЭЛШО 0,27) располагают возле начала намотки катушки L_{22}.

В обоих приемниках полосовые фильтры в усилителях промежуточной частоты одинаковые Катушки L_{19}—L_{26} в схеме (на рис. 2) точно такие же, как соответствующие катушки L_{30}—L_{37} в схеме на рис. 7. Для намотки катушек, не имеющих каркасов, используется приспособление, состоящее из цилиндрической оси и двух шайб (рис. 11). Ось и шайбы изготовляют из латуни, стали или другого материала. Перед намоткой той или иной катушки одну из шайб (рис. 11, *б*) надевают на ось (рис. 11, *а*), а другую шайбу (рис. 11, *в*) привинчивают к торцу оси. Ось укрепляют в станке для намотки катушек или в дрели. В промежутке между шайбами ось обертывают двумя слоями тонкой бумаги, смазанной вазелином. Им же смазывают и внутренние поверхности шайб. Витки катушки укладывают плотно, скрепляя каждый слой полистирольным клеем. После просушки в течение 1—2 *ч* при комнатной температуре готовую катушку осторожно снимают с оси, вынимают из нее бумажную гильзу и помещают катушку в броневой сердечник типа СБ-1а, половинки которого склеивают затем клеем БФ-2. Катушки L_{19}, L_{21}—L_{23}, L_{25} и L_{26} содержат по 58 витков провода ЛЭШО 12×0,07 (индуктивность каждой 61 *мкгн*). Катушка L_{20} (8 витков провода ПЭВ 0,12) наматывается на катушку L_{21}, а катушка L_{24} (10 витков провода ПЭВ 0,12) — на катушку L_{23}.

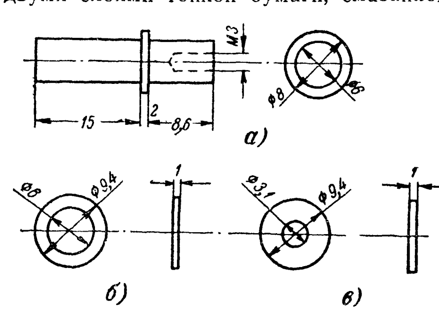


Рис. 11. Детали приспособления для бескаркасной намотки катушек.

Бескаркасная намотка, броневые сердечники и провод ЛЭШО 12×0,07 позволяют получить добротность катушек полосовых фильтров до 170 на частоте 465 *кгц*, что дает возможность получить переменную полосу пропускания УПЧ от 2,5 до 16 *кгц*.

Дроссель *Др* наматывают на каркасе (см. рис. 8) рядами проводом ПЭВ 0,15 сначала в одной секции до заполнения, а затем в другой тоже до заполнения. Обмотку дросселя помещают в броневой сердечник типа СБ-1а.

Трансформаторы $Тр_1$ и $Тр_2$ схемы на рис. 2 выполнены на сердечниках из пермаллоевых пластин ШП-7 (ширина внутреннего керна магнитопровода 7, площадь окна 6×20, толщина пакета 10 *мм*) с обмотками без каркасов. Для их намотки из дерева изготовляют оправку, как и для бескаркасной намотки катушек L_{19}—L_{26} (рис. 11), с размерами, соответствующими сердечнику.

Все обмотки трансформаторов, за исключением обмотки *I* трансформатора $Тр_1$, наматывают рядами, причем каждый ряд пропитывают полистирольным клеем. Обмотка *I* трансформатора $Тр_1$ состоит из 1 560 витков провода ПЭВ 0,12 (сопротивление постоянному току около 300 *ом*), а обмотки *I* и *II* содержат по 670 витков провода ПЭВ 0,17 (сопротивление постоянному току примерно по 35 *ом*). Обмотки *I* и *II* трансформатора $Тр_2$ содержат по 210 витков провода ПЭВ 0,3 (сопротивление постоянному току примерно по 3,5 *ом*),

а обмотка *III* состоит из 105 витков провода ПЭВ 0,55—ПЭВ 0,62 (сопротивление постоянному току 0,42 *ом*).

Намотку трансформаторов следует производить в соответствии с рис. 12, обращая внимание на то, что все обмотки и половины обмоток имели целое число рядов.

Сердечник трансформатора Tp_2 собирают вперекрышку, а трансформатора Tp_1 — с зазором в 0,1 *мм*.

Верньерное устройство приемника дает замедление в 7 раз. Оно состоит из шкива *1*, укрепленного на оси ротора конденсаторов на-

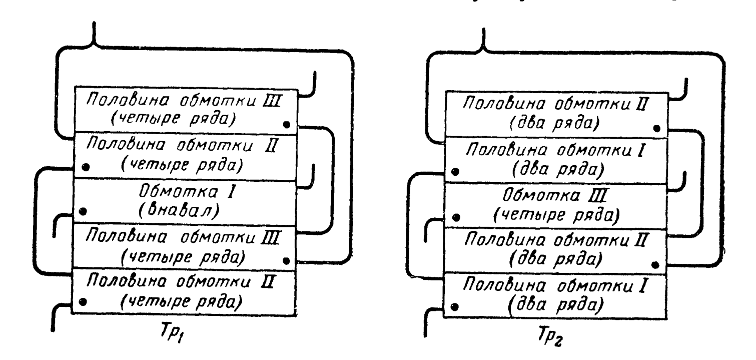


Рис. 12. Порядок намотки трансформаторов Tp_1 и Tp_2 в схеме на рис. 2.

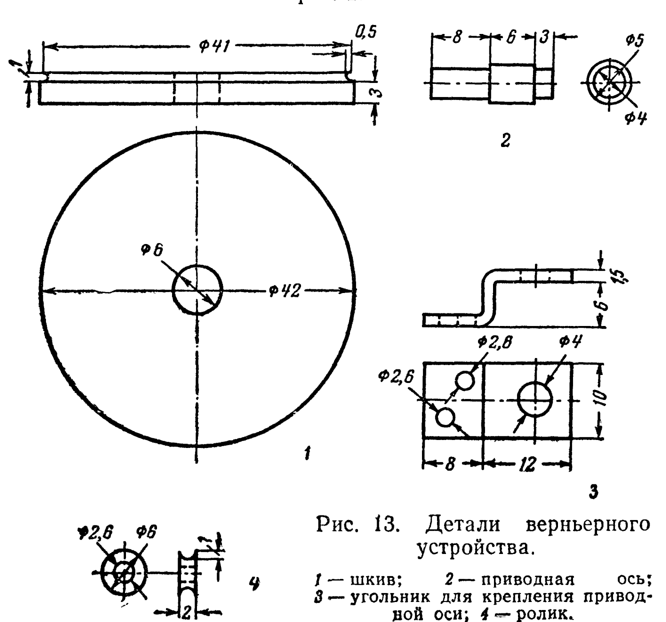


Рис. 13. Детали верньерного устройства.

1 — шкив; *2* — приводная ось; *3* — угольник для крепления приводной оси; *4* — ролик.

стройки, приводной оси *2* и угольника *3*, фиксирующего положение приводной оси (рис. 13). Конденсаторы настройки, приводная ось и угольник крепятся на панели из гетинакса или текстолита размерами 64×64 *мм*. Эта панель является частью блока, на котором смонтированы все элементы первого преобразователя частоты, второго гетеродина, входные цепи второго преобразователя частоты, магнитные антенны и шкала приемника (рис. 14, *б—г*). На этом блоке укреплены также ролики *4*. Капроновая нить толщиной 0,2—0,3 *мм*, натянутая на ролики *4* и шкив *1*, приводит в движение стрелку шкалы приемника. Ролики вблизи шкива крепятся при помощи угольников так, чтобы плоскости их вращения были касательными к окружности шкива. Это предотвращает спадание капроновой нити с роликов при настройке приемника. Панели блока скреплены между собой при помощи угольников и винтов диаметром 3 *мм*.

Шкив и ролики могут быть изготовлены из стали, дюралюминия или латуни, а приводная ось и угольник — из стали или латуни. Вращение от приводной оси передается непосредственно шкиву. Надежное и мягкое сцепление между ними обеспечивается надетой на утолщенную часть приводной оси резиновой трубкой (можно использовать трубку для ниппельных устройств велосипедных камер).

Шкалу приемника и два диска указателей диапазонов волн сначала рисуют на бумаге (в масштабе 1,5 : 1 по сравнению с размерами на рис. 14, *а*), а затем рисунок переносят на фотографическую бумагу способом контактной печати. Диски указателей диапазонов жестко скрепляют с соответствующими осями переключателей диапазонов. Для этого в осях переключателей у самого их основания просверливают отверстия диаметром 0,7—1 *мм*, в эти отверстия вставляют соответствующей толщины проволоку, концы которой приклеивают клеем БФ-2 или БФ-4 к дискам указателей диапазонов волн.

В приемниках схем на рис. 2 и 7 переключатели диапазонов $П_1$ и $П_2$ крепятся к панели *А*, как показано на рис. 14. Магнитные антенны $МА_1$ и $МА_2$ располагаются по обеим сторонам панели *Б* непосредственно под панелью *А*. Так как в схеме на рис. 7 в качестве $П_1$ используется переключатель на три направления, соответствующий вырез в панели *Б* должен быть увеличен и максимально увеличена в направлении размера 56 *мм* (рис. 14. *г*) площадь самой панели *Б*. Это необходимо для размещения большего числа элементов схемы высокочастотной части приемника. Все резисторы, конденсаторы, катушки и транзисторы первого преобразователя частоты, второго гетеродина и входных цепей второго смесителя схемы на рис. 2 размещаются по обеим сторонам панели *Б*, а в схеме на рис. 7 — еще и элементы схем двух усилителей высокой частоты. Подстроечные конденсаторы типа КПКМ укрепляют с помощью выводов или приклеивают. Броневые сердечники типа СБ-1а катушек приклеивают к панели *Б* клеем БФ-2 или БФ-4, а экран катушки L_{10} (см. рис 2) или катушек L_{24}, L_{25} (см рис. 7) привинчивают винтом с гайкой, предварительно обмазав основание экрана клеем.

На рис. 15 приведен чертеж катушек L_{10}, L_{19}—L_{26} (см. рис 2) и L_{24}, L_{25} L_{30}—L_{37} (см. рис. 7), размещенных в экранах, и показано, как экран крепится к панели. Экраны можно изготовить из листовой латуни, алюминия или белой луженой жести толщиной 0,3—0,5 *мм* (можно использовать в качестве экранов и корпусы от электролитических конденсаторов диаметром 16—18 *мм*) Броневой сердечник катушек приклеивают к прокладке из гетинакса клеем БФ-2 или

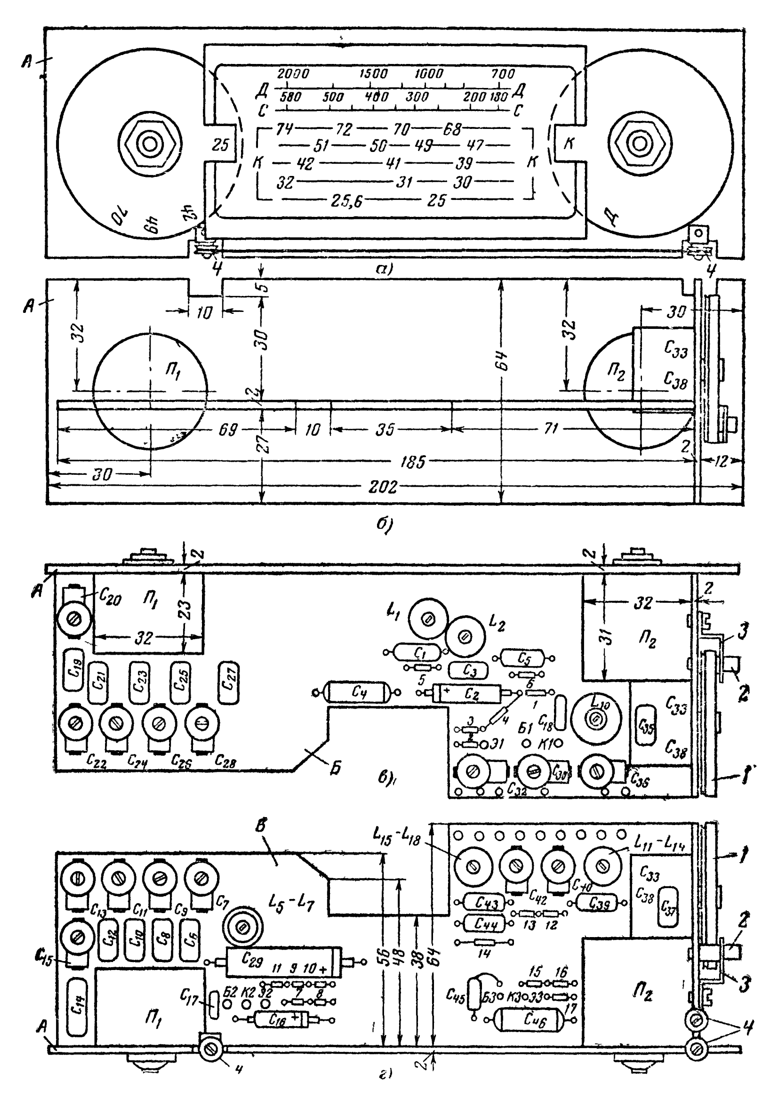


Рис. 14. Блок первого преобразователя частоты, второго гетеродина и входных цепей второго смесителя

а — вид сверху; *б* — вид снизу; *в* — вид со стороны передней стенки приемника; *г* — вид со стороны задней стенки.

БФ-4, а экран вместе с гетинаксовой прокладкой привинчивают к панели винтом.

На рис. 14, *в* и *г* отверстия, в которые должны вставляться выводы транзисторов, отмечены надписями *Э1* (эмиттер транзистора T_1), *К1* (коллектор транзистора T_1) и т. д. для всех транзисторов приемника схемы рис. 2 Цифры 1, 2, 3 ... около резисторов соответствуют обозначениям R_1, R_2 R_3 Обозначения конденсаторов и катушек приводятся полностью

В схеме на рис. 7 детали каскадов первого гетеродина и первого смесителя заключены в отдельные экраны Экраны состоят из основания и крышки, изготовленных из жести (от консервных банок). К основаниям размером 27×46 и 25×51 *мм* по всему периметру на расстоянии 0,5 *мм* от края припаивают торцом полоски шириной 5—7 *мм*, с помощью которых фиксируется положение крышек, имеющих размеры 27×46×22 и 25×51×22 *мм*. В первом экране, который крепится к плате *Б* непосредственно под переключателем $П_1$, как показано на рис. 16, размещаются транзистор T_4 гетеродина катушки L_9—L_{11}, резисторы R_{12}—R_{16} и конденсаторы C_{34}, C_{35} и C_{45}. Во втором экране с основанием (25×51 *мм*), который крепится на плате *Б* в сторону центра от переключателя $П_1$, размещаются транзистор T_3 первого смесителя, катушки L_4—L_8, резисторы R_7—R_{11} и конденсаторы C_{19}, C_{20}. Детали в экранах размещают на платах из изоляционного материала толщиной 1—1,5 *мм*. Детали первого смесителя размещают на плате так, чтобы вход и выход каскада были разнесены в разные стороны. Платы размером 25×44 и 23×49 *мм* устанавливают в основании экранов и вместе с ними двумя винтами, расположенными в углах по диагонали, привинчивают к плате *Б* (см. рис. 14).

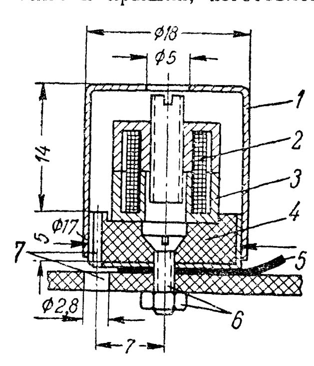


Рис. 15 Конструкция катушек L_{10}, L_{19}—L_{26} схемы на рис. 2 и L_{24}, L_{25}, L_{30}—L_{37} схемы на рис. 7.

1 — экран; *2* — катушка; *3* — броневой сердечник; *4* — изоляционная прокладка из гетинакса; *5* — контакт для соединения экрана с заземляющей шиной; *6* — крепежный болт; *7* — отверстие для выводов катушки.

Монтажные панели второго смесителя, УПЧ и детектора, изготовленные из гетинакса или текстолита толщиной 1,5—2 *мм*, показаны на рис. 17. Мелкие отверстия на этих панелях (диаметром 1—1,5 *мм*) используются для крепления резисторов, конденсаторов и транзисторов. Шесть отверстий с резьбой М3 служат для крепления экранов с катушками усилителя промежуточной частоты. В девять отверстий диаметром 4,5 *мм* вставляют конденсаторы C_{48}, C_{51}, C_{53}, C_{54}, C_{56}, C_{58}, C_{63}, C_{65} и C_{66} (см. рис. 2) или C_{70}, C_{72}, C_{74}, C_{76}, C_{80}, C_{83}, C_{84} и C_{86} (см. рис. 7), как показано на рис. 18. Здесь приведены три проекции блока, на котором собраны второй смеситель, усилитель промежуточной частоты с АРУ и детектором. На этом рисунке показано размещение резисторов, конденсаторов дросселя, катушек с экранами и скобы *3* для крепления рычага, при помощи которого изменяются емкости конденсаторов связи C_{52}, C_{60} и C_{62} или C_{73}, C_{79} и C_{82} (транзисторы, конденсаторы связи и рычаг не показаны).

Сборка панелей *В* и *Г* производится следующим образом. К панели *В* с нижней стороны приклепываются две пластинки *1* из белой жести толщиной 0,3—0,5 *мм*, как показано на рис. 18, *а*. Между панелью *Г* и экранами катушек L_{19}—L_{26} или L_{30}—L_{37} прокладывают три пластинки *2* из жести (рис. 18, *б*). Эти пластинки соединяют между собой каждые два соседних экрана катушек полосовых фильтров и служат для них заземляющей шиной (рис. 18, *в*). Затем панели *В* и *Г* нужно сложить взаимно перпендикулярно. При этом пластинки *1* окажутся между пластинками *2*. Их стыки скрепят пайкой

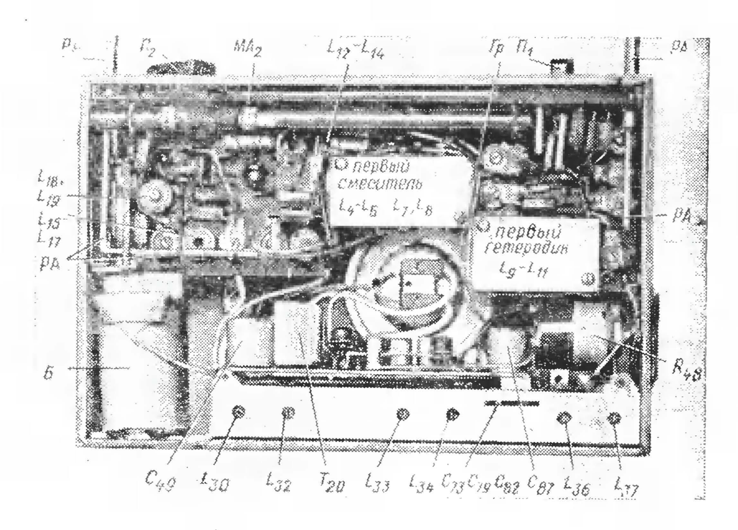


Рис. 16. Фото собранного приемника схемы на рис. 7; вид со стороны задней стенки.

так, чтобы панели *В* и *Г* были надежно соединены между собой, а пластинки *1* и *2* образовывали проходящую через весь блок шину, используемую в качестве «земляной».

Конденсаторы связи C_{52}, C_{60} и C_{62} или C_{73}, C_{79} и C_{82} (рис. 19) изготовляют из конденсаторов типа КТК 180—240 *пф* и медной фольги или фосфористой бронзы толщиной 0,05—0,1 *мм*. У конденсаторов отпаивают проводник, соединенный с внешней обкладкой (покрытием), и затем наждачной бумагой снимают само покрытие; после этого конденсатор оборачивают медной фольгой. Среднюю часть полученного из фольги цилиндра обматывают голым медным проводом диаметром 0,13—0,2 *мм*, регулируя его натяжение, чтобы керамическая основа конденсатора могла свободно перемещаться внутри цилиндра. После этого фольгу и провод пропаивают. Цилиндры из фольги надо припаять к монтажной панели усилителя промежуточной частоты, на которой специально для этого укреплены пистоны. На рис. 18, *в* возле каждого пистона указано соответствующее обозначение конденсатора связи. Керамическую часть каждого из конденсаторов прикрепляют к пластине из гетинакса толщиной 1,5 *мм*

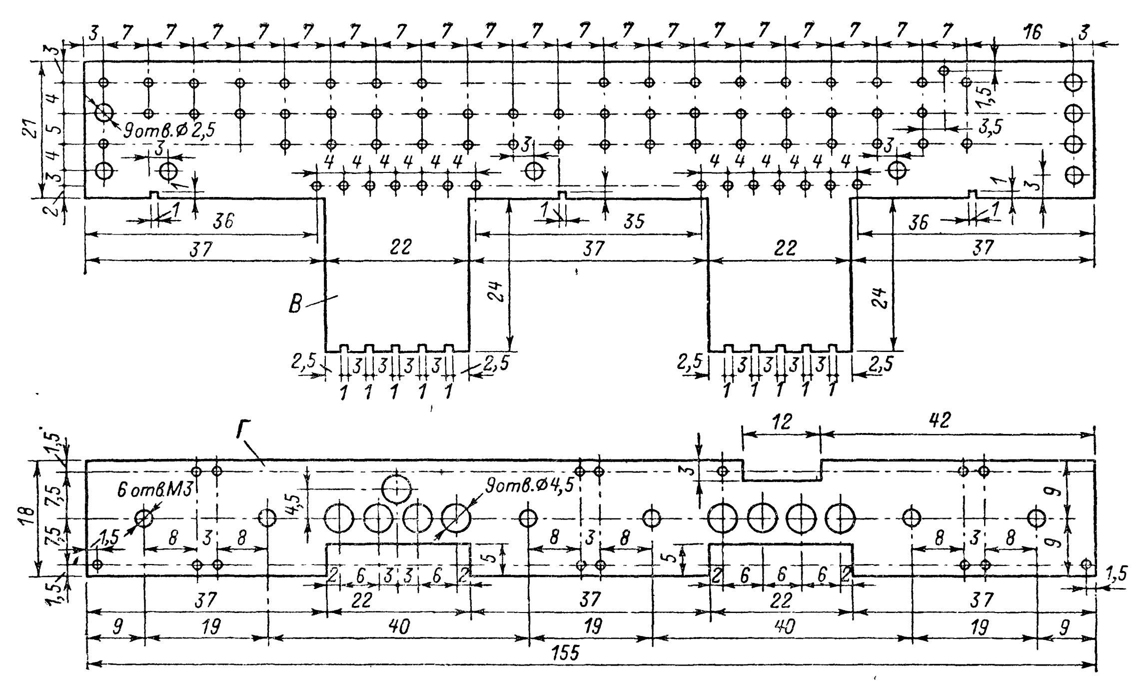


Рис. 17. Панели для блока смесителя УПЧ и детектора.

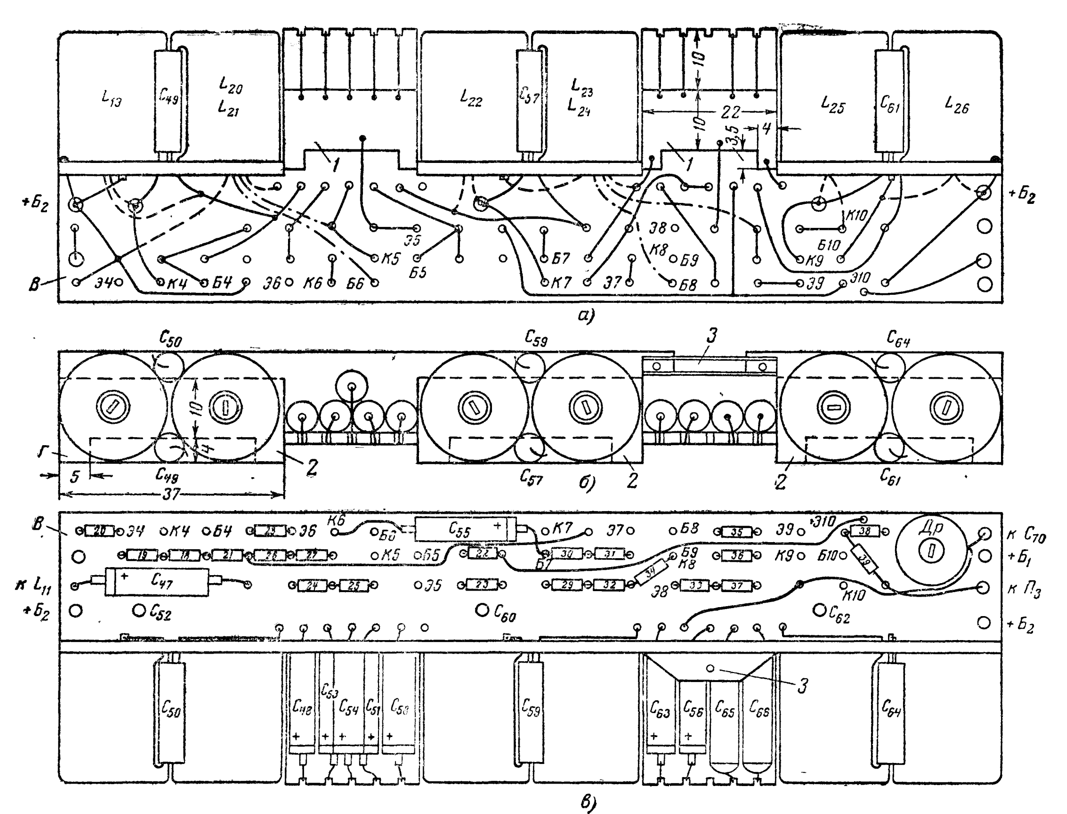


Рис. 18. Блок второго смесителя УПЧ и детектора.

а — вид сверху, вид со стороны экранов катушек полосовых фильтров; *б* — вид снизу; *в* — вид со стороны монтажа.

за вывод, идущий от его внутреннего электрода. Для этого в пластинке просверливают отверстия диаметром 0,7—0,9 *мм*, в которые вставляют и загибают выводы от внутренних электродов конденсаторов. Эти выводы соединяют со схемой усилителя промежуточной частоты гибкими проводниками. Гетинаксовая пластина (рис. 19) позволяет одновременно изменять емкость всех трех конденсаторов связи при помощи рычага, вставляемого в отверстие *5* (диаметр

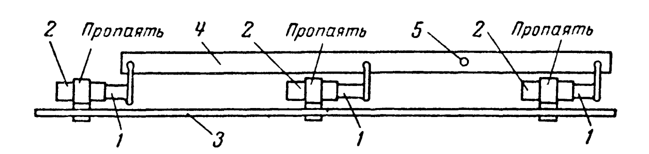


Рис 19 Конструкция конденсаторов связи C_{52}, C_{60} и C_{62} (см. рис 2) и C_{73}, C_{79} и C_{82} (см. рис 7).

1 — конденсаторы типа КТК; *2* — трубка, согнутая из фольги; *3* — монтажная панель (см. рис. 20, *в*); *4* — пластина из гетинакса; *5* — отверстие для рычага.

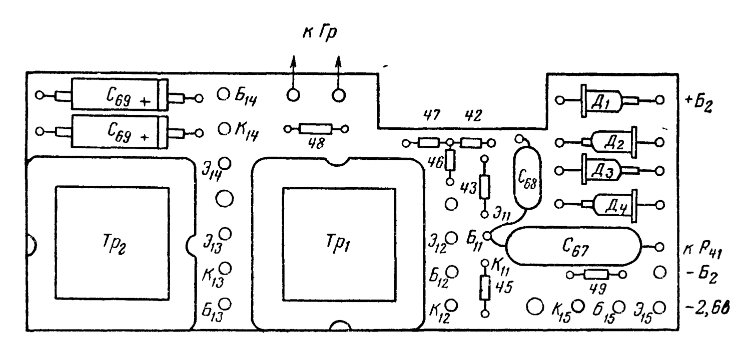


Рис. 20. Блок усилителя низкой частоты и стабилизатора напряжения схемы на рис. 2.

этого отверстия должен быть равен диаметру рычага, а в отверстии необходимо сделать зенковку для того, чтобы рычаг мог свободно перемещать эту пластину при изменении емкости конденсаторов). Ось рычага закрепляют в отверстии скобы *3*, показанной на рис. 18, *б* и *в*

На рис. 20 показаны блок усилителя низкой частоты и стабилизатор напряжения схемы рис. 2 (вид сверху) с установленными деталями, за исключением мощных транзисторов T_{13} и T_{14}. Конденсатор развязки C_{70}, включенный на выходе стабилизатора напряжения, и резистор регулятора громкости крепятся непосредственно на экране блока усилителя промежуточной частоты.

На рис. 21 (вид сверху) показан блок усилителя низкой частоты и стабилизатора напряжения схемы на рис. 7. Конденсаторы C_{89}—C_{90}, C_{92}—C_{95} приклеиваются к плате, изготовленной из изоляционного материала толщиной 1,5—2 *мм*. Такой же материал используется и для изготовления платы блока усилителя рис. 20. Конденсаторы приклеивают к плате рис. 21 торцевой частью, где имеются выводы, для которых заранее сверлятся два отверстия диаметром 1,2—1,6 *мм*. Заземляющая шина располагается с нижней стороны платы вдоль стороны с вырезом.

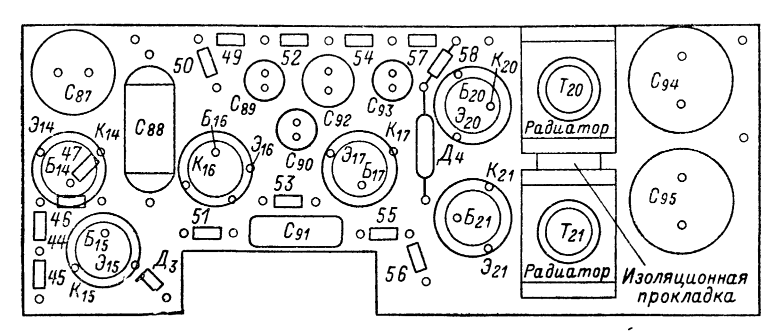


Рис. 21. Блок усилителя низкой частоты и стабилизатора напряжения схемы на рис. 7.

Мощные транзисторы T_{20} и T_{21} типа ГТ403Б перед установкой на плату запрессовывают в радиаторы, которые изготовляют из дюралевых пластин толщиной 3 *мм*. Эти пластины шириной 15 *мм* изгибают буквой П с внешними разрезами 15Х20Х25 *мм* (рис 21). В крышке буквы П в центре сверлят отверстие, несколько меньшее, чем диаметр транзистора (около 10,5 *мм*), а затем круглым напильником увеличивают отверстие до требуемого размера так, чтобы транзистор вставился в него плотно, выводами вверх. Затем радиатор устанавливают крышкой на тиски или какое-либо другое приспособление для того, чтобы можно было при помощи ударов молотка по керну, установленному на 0,5—1 *мм* от края отверстия вдоль всей его окружности, точками-вмятинами в дюралевой пластине, в которую вставлен транзистор, уплотнить отверстие и тем самым уменьшить тепловое сопротивление между радиатором и корпусом транзистора. Транзисторы размещают на плате в отверстия диаметром 11 *мм* и приклеивают радиаторы друг к другу и к плате при помощи изоляционных прокладок небольших размеров так, чтобы заметно не уменьшить площадь охлаждения радиаторов и одновременно исключить возможность замыкания радиаторов друг с другом.

На фотографиях рис 16 и 22 показано, как размещены блоки приемников в корпусе. Блок второго смесителя и УПЧ с детектором и каскадом АРУ расположены в нижней части приемника со стороны правой боковой стенки. Этот блок размещен в экране размерами 156Х46Х20 *мм*, который изготовляют из жести толщиной 0,3—0,5 *мм*. Блок вставляют в экран транзисторами вверх, с торца ближе к правой боковой стенке приемника. С этой стороны стенка у экрана отсутствует. Блок в экране располагается так, чтобы выходные це-

пи его находились со стороны правой боковой стенки приемника, где расположены регуляторы громкости R_{41} (рис. 22) и R_{48} (см. рис. 16), а входные — с противоположной стороны блока. Чтобы избежать замыкания монтажных проводов и других элементов схемы с экраном, перед установкой блок следует обернуть плотной бумагой. В задней стенке экрана и сквозь бумагу необходимо просверлить шесть отверстий диаметром 5—6 *мм*, центры которых должны находиться на осях вращения подстроечных конденсаторов, находящихся в экране блока, и прорезать одно продольное отверстие, как видно на рис. 16 и 22. Круглые отверстия необходимы для подстройки кату-

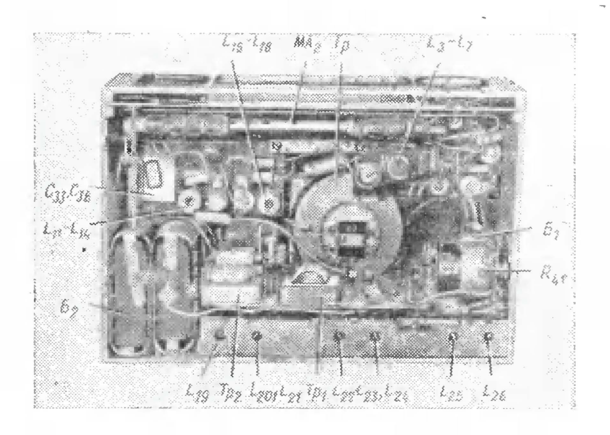


Рис. 22. Фото собранного приемника схемы на рис. 2; вид со стороны задней стенки.

шек полосовых фильтров. Через продольное отверстие на рычаг, с помощью которого регулируется полоса пропускания УПЧ, надевается удлиняющая металлическая трубка. Сверху на экране припаивают скобу из жести, сложенной вдвое, и две гайки. Скоба служит для крепления регулятора громкости R_{41} или R_{48}, а гайки — для крепления блока усилителя низкой частоты.

Батарея $Б_2$ (см. рис. 2 и 22) или аккумуляторная батарея $Б$ (см. рис. 7 и 16) размещаются в нижней части приемников, возле левой боковой стенки. Элемент $Б_1$ и конденсатор C_{70}, используемые в схеме на рис. 2, размещены за регулятором громкости R_{41}. Громкоговоритель *Гр* прикреплен к передней стенке приемника к нижней части с правой стороны. Блок первого преобразователя, второго гетеродина и входных цепей второго смесителя помещен в верхней части корпуса. На фото рис. 16 видны экраны блоков первого гетеродина и первого смесителя. Шкала и ручки переключателей диапазонов располагаются со стороны верхней стенки приемника, а ручка настройки — со стороны левой боковой стенки. Для того чтобы иметь доступ к панелям высокочастотной части и УНЧ, передняя и задняя стенки приемника сделаны съемными. Передняя стенка крепится к нижней стенке приемника двумя винтами, для чего к нижней части передней стенки приклепывается дюралевый уголок, в котором на-

резается резьба. Задняя стенка привинчивается к двум гайкам, припаянным торцом к верхней стенке экрана второго смесителя, УПЧ и детектора.

Корпус приемника (кроме задней стенки) выполнен из буковой или березовой фанеры толщиной 3,5—5 *мм*, а задняя стенка —из гетинакса или стеклотекстолита толщиной 1,5 *мм*. Внутренние размеры корпуса 203×132×70 *мм*. Для того чтобы звучание приемника не ухудшалось, в задней стенке высверливается несколько отверстий диаметром 8—12 *мм*. Передняя и задняя стенки драпируются радиотканью, а боковые после обработки наждачной бумагой покрываются несколькими слоями эпоксидного прозрачного лака, поверхность которого шлифуют мелкой шкуркой, а затем полируют.

Монтаж каждого блока приемника следует выполнять по возможности короткими проводами диаметром 0,3—0,5 *мм* и использовать для монтажа, где это можно, выводы самих деталей. Заземляющие шины лучше изготовлять из медных луженых или посеребренных проводов диаметром 0,8—1 *мм*. Эти шины должны быть по возможности короткими Элементы схемы, припаиваемые к ним, должны располагаться в таком же порядке, как соответствующие каскады блока от входа к выходу. Такого же порядка следует придерживаться при соединении заземляющих шин блоков: конец заземляющей шины предыдущего блока, соединенный с элементами схемы последнего каскада этого блока, должен присоединяться к началу заземляющей шины последующего блока, к которому присоединены элементы схемы первого каскада этого блока Межблочные соединения делают короткими гибкими изолированными проводами; для заземляющих шин используют провода сечением 0,5—0,75 *мм*, для остальных соединений используют провода сечением 0,13—0,2 *мм*. Входные и выходные провода блока второго смесителя УПЧ и детектора должны быть размещены на возможно большем расстоянии друг от друга.

НАЛАЖИВАНИЕ ПРИЕМНИКОВ

Для налаживания и настройки приемников желательно иметь следующие приборы: авометр с внутренним сопротивлением не менее 5 000 *ом/в*, звуковой генератор любого типа, сигнал-генератор, ламповый вольтметр и осциллограф по возможности высокочастотный, чтобы можно было наблюдать форму колебаний гетеродина. Такие приборы обычно имеются в радиоклубах и радиокружках. Настройку приемников выполняют в следующем порядке

Проверяют работу стабилизатора напряжения. В приемнике, собранном по схеме рис 2, отпаивают провода, через которые подается отрицательное напряжение к блокам приемника от точки соединения эмиттера транзистора T_{15} с конденсатором C_{70} и включают источник питания $Б_2$ Измеряют ток, потребляемый стабилизатором, он должен быть равен 1,2—1,5 *ма*. Далее проверяют напряжение на выходе стабилизатора (на конденсаторе C_{70}). Оно должно быть в пределах 2,6—2,8 *в*, а напряжение коллектор — эмиттер транзистора T_{15} — 1,7—1,9 *в* при напряжении батареи $Б_2$ 4,5 *в*. Не отключая вольтметр, параллельно конденсатору C_{70} присоединяют резистор сопротивлением 240—270 *ом* и убеждаются, что показания вольтметра уменьшились не более чем на 0,1—0,2 *в*. Аналогичным образом проверяют работу стабилизатора от напряжения 9 *в* при последовательном включении батарей. В этом случае ток, потребляемый ста-

билизатором, возрастает до 4—5 *ма*, напряжение на конденсаторе C_{70} — на 0,1—0,3 *в*, а напряжение коллектор — эмиттер транзистора T_{15} — до 5,9—6,2 *в*.

Указанные значения напряжений и токов в стабилитроне схемы на рис. 2 будут только в том случае, если транзистор T_{15} исправен, резистор R_{49} имеет требуемое сопротивление. При случайном замыкании в выходной цепи стабилизатора напряжения в большинстве случаев происходит пробой транзистора T_{15} и напряжение на выходе стабилизатора становится равным напряжению батареи, а потребляемый стабилизатором ток значительно увеличивается. В этом случае необходимо устранить замыкания и затем заменить транзистор. В качестве транзистора T_{15} могут быть использованы сплавные транзисторы других типов, например МП41, МП41А, МП42 и др., с коэффициентом усиления по току не менее 30—40. Вместо диодов, указанных на схеме, могут быть применены малогабаритные кремниевые диоды типа КД519А или аналогичные, а также кремниевый транзистор типа КТ315, у которого эмиттер соединен с базой. У диода, полученного таким путем из транзистора, очень крутая вольт-амперная характеристика; коллектор является отрицательным выводом, а эмиттер, соединенный с базой, положительным.

В схеме рис. 7 стабилизатор напряжения проверяют аналогичным способом. Ток, потребляемый стабилизатором, равен 1,1—1,5 *ма*, напряжение на выходе 3,3 *в* устанавливается подбором резисторов R_{44} или R_{45}; напряжение между коллектором и эмиттером транзистора T_{14} равно 2,8—3,2 *в* при напряжении батареи 6,5 *в*, а напряжение коллектор — эмиттер транзистора T_{15} равно 2,6—2,9 *в*.

Налаживание усилителя низкой частоты схемы на рис. 2 производят в следующем порядке. Измеряют ток в цепи коллекторов транзисторов T_{13} и T_{14} при отключенном стабилизаторе напряжения; он должен быть не более 0,1—0,5 *ма*. Напряжение между коллекторами и эмиттерами транзисторов T_{13}, T_{14} должно быть равно напряжению батареи $Б_2$, т. е. 4—4,5 *в*. После этого отключают вход усилителя низкой частоты от выхода детектора, устанавливая переключатель $П_3$ в положение *2*; выключают цепь отрицательной обратной связи, отпаяв один из концов резистора R_{44}; подключают к обмотке *III* трансформатора $Тр_2$ громкоговоритель *Гр* или его эквивалент — резистор сопротивлением 8 *ом* и подают напряжение от стабилизатора.

Напряжение коллектор — эмиттер транзистора T_{11} должно быть 0,5—0,6 *в* при токе коллектора 0,2—0,3 *ма*, а напряжение коллектор — эмиттер транзистора T_{12} должно быть равно 1,8—2 *в* при токе коллектора 0,6—0,8 *ма*. Токи транзисторов T_{11} и T_{12} можно проверять по падению напряжения на резисторах, включенных в цепи их эмиттеров. Падение напряжения на резисторе R_{43} должно быть 0,06—0,09 *в*, а на включенных последовательно резисторах R_{46}—R_{48} — 0,36—0,5 *в*. Если токи и напряжения транзисторов T_{11} и T_{12} отличаются от указанных, то необходимо подобрать сопротивление резистора R_{42} (в пределах 80—150 *ком*). Если ток коллектора транзистора T_{12} меньше, а ток коллектора транзистора T_{14} больше требуемого, то сопротивление резистора R_{42} увеличивают. При обратном соотношении токов сопротивление R_{42} уменьшают. Если требуемые режимы получают при сопротивлении резистора R_{42} менее 80 *ком*, это указывает на то, что коэффициенты усиления по току транзисторов T_{11} и T_{12} и особенно у транзистора T_{11} меньше, чем требуются, и их надо заменить. После того как режимы транзисторов T_{11} и T_{12} будут

установлены, приступают к измерению начального тока коллекторов транзисторов T_{13}, T_{14}. Их суммарный ток должен быть равен 2—5 *ма*. Величина этого тока при необходимости устанавливается подбором сопротивления резистора R_{48}: резистор берут большего номинала при необходимости увеличить токи коллекторов и меньшего — при необходимости их уменьшения.

Проверку работы усилителя на переменном токе начинают с выходного каскада. Обмотку *I* трансформатора $Тр_1$ отключают от схемы и через резистор сопротивлением 5—10 *ком* подают на нее от звукового генератора напряжение частотой 1 *кгц*. Резистор 5—10 *ком* включают последовательно с высокопотенциальным зажимом генератора. Коллектор транзистора T_{12} при этом надо соединить с шиной отрицательного напряжения, к которой был присоединен второй конец обмотки *I* трансформатора $Тр_2$. К обмотке *III* трансформатора $Тр_2$ подключают осциллограф. Напряжение от звукового генератора на обмотке *I* трансформатора $Тр_1$ увеличивают до 0,5—0,7 *в* и определяют по осциллографу форму сигнала на выходе усилителя. Она должна быть близкой к синусоидальной, если транзисторы T_{13} и T_{14} исправны и имеют одинаковые параметры, а обмотки трансформаторов $Тр_1$ и $Тр_2$ соединены правильно и в них нет короткозамкнутых витков. Напряжение от генератора увеличивают до тех пор, пока в форме выходного напряжения появятся ограничения. При этом напряжение на выходе должно составить 1,3 *в*, а токи коллекторов каждого из транзисторов T_{13} и T_{14} 30—35 *ма*, что соответствует выходной мощности усилителя 0,2 *вт*. Затем, уменьшая плавно частоту генератора и следя за формой выходного напряжения, убеждаются в том, что при частоте около 150 *гц* это напряжение уменьшается и составит 70% от 1,3 *в*, т. е. около 0,96 *в*. Увеличивая частоту генератора до 3—5 *кгц*, проверяют величину напряжения на выходе, которое должно изменяться в тех же пределах. Если генератор не обеспечивает постоянства выходного напряжения при изменении частоты, то его необходимо контролировать и поддерживать по вольтметру в процессе проверки частотной характеристики.

После проверки выходного каскада концы обмотки *I* трансформатора $Тр_1$ соединяют в соответствии со схемой рис. 2, напряжение от звукового генератора (5—15 *мв*) подают на вход *Зв* звукоснимателя, установив в положение максимальной громкости потенциометр R_{41}. Далее уменьшают напряжение от генератора до долей милливольта, включают резистор общей обратной связи R_{44} и убеждаются в том, что напряжение на выходе усилителя либо уменьшилось, если на входе имелся слабый сигнал, либо вообще отсутствует, когда сигнала на входе нет. Теперь увеличивают напряжение от генератора и убеждаются в том, что коэффициент усиления усилителя уменьшился в 3—4 раза, а форма сигнала на выходе заметно улучшилась: пропали характерные для режима В «ступеньки» при переходе от отрицательной полуволны сигнала к положительной и обратно, отрицательная и положительная полуволны практически стали одинаковыми, уменьшились искажения формы сигнала на частотах 50—150 *гц*. Если при включении резистора обратной связи R_{44} на форму выходного сигнала (при частоте генератора ниже 1 *кгц*) накладываются высокочастотные колебания, то между базами и коллекторами транзисторов T_{11}, T_{12} или параллельно резистору R_{44} следует включить конденсатор емкостью до 1 000 *пф*, а в некоторых случаях конденсаторы емкостью до нескольких тысяч пикофарад включают меж-

ду базами и коллекторами транзисторов T_{13} и T_{14}. При этом будет иметь место несколько больший завал частотной характеристики в области высоких частот после 3—5 *кгц*, а форма сигнала на этих частотах заметно улучшится.

Если при включении резистора обратной связи R_{44}, когда сигнал на входе мал или отсутствует, на выходе появится напряжение, близкое к максимальному, то это указывает на возбуждение усилителя. В этом случае надо поменять присоединения концов обмотки *I* трансформатора $Тр_1$ либо обмотки *III* трансформатора $Тр_2$ и начать налаживать усилитель, как сказано ранее.

При подключении усилителя низкой частоты (см. рис. 2) к батарее $Б_2$ с напряжением 9 *в* (свежие батареи соединены последовательно) напряжения и токи транзисторов T_{11} и T_{12} увеличатся приблизительно в 2 раза, а начальные токи коллекторов транзисторов T_{13} и T_{14} (когда сигнал на входе отсутствует и нет самовозбуждения) возрастут в 2,5—3,5 раза. Напряжения между коллекторами и эмиттерами транзисторов T_{13} и T_{14} увеличиваются пропорционально напряжению батареи питания. Выходная мощность при 9 *в* достигает 0,7—0,8 *вт*, а токи коллекторов транзисторов T_{13} и T_{14} — 70—80 *ма*.

В усилителе низкой частоты, кроме указанных на схеме рис. 2, могут использоваться практически любые аналогичные транзисторы: в качестве T_{11} и T_{12} — транзисторы П41, П41А, П42А, П42Б и др., а в качестве T_{13} и T_{14} — транзисторы П201, П202, П213—П216 и ГТ403. Мощные транзисторы подбирают в пары с близкими значениями параметров для того, чтобы уменьшить нелинейные искажения. Подбор их можно считать удовлетворительным, если начальные токи при отсутствии сигнала отличаются друг от друга не более чем на 30—50%, а ограничения положительной и отрицательной полуволн выходного сигнала при его увеличении наступают одно относительно другого не более чем на 20—30% раньше или позже При этом резистор обратной связи R_{44} должен быть отключен.

Проверку и налаживание усилителя низкой частоты приемника, собранного по схеме рис. 7, производят в следующем порядке. Переключатель $П_3$ устанавливают в положение *1*. Диод $Д_4$ замыкают перемычкой из провода, а минусовую шину подключают к батарее *Б* с напряжением 6,3—6,6 *в*, состоящей из пяти элементов Д-0.2 или Д-0,25, включенных последовательно. Резистор R_{48} устанавливают в положение минимальной громкости и отпаивают один из концов резистора обратной связи R_{53}. Включают усилитель и измеряют потребляемый им ток. После броска в момент включения должен установиться ток 0,8—1,3 *ма*, представляющий собой сумму токов коллекторов транзисторов T_{16} и T_{17}. Если напряжение коллектор — эмиттер транзистора T_{17} будет больше 3,2 *в* при напряжении батареи 6,5 *в*, то сопротивление резистора R_{55} уменьшают, если меньше 3 *в*, то сопротивление резистора увеличивают. Подбирая резистор, следует помнить, что за время припаивания выводов резистор нагревается и изменяет свое сопротивление. Поэтому каждый раз надо давать ему остыть и после этого измерять напряжение на коллекторе транзистора T_{17}.

Токи коллекторов транзисторов T_{18}—T_{21} устанавливают, отключив перемычку от диода $Д_4$. Если токи коллекторов транзисторов T_{18}—T_{21} будут значительно больше 5 *ма*, то следует взять диод с меньшим прямым падением напряжения из той же группы $Д_9$. Если ток через транзисторы будет незначительно превышать 5 *ма* (на

1—3 *ма*), то диод следует зашунтировать резистором сопротивлением в несколько сотен ом. Если ток коллекторов транзисторов T_{18}—T_{21} меньше 2 *ма*, то следует поступить аналогичным образом, либо подбирая диод $Д_4$ с большим прямым падением напряжения, либо включая последовательно с диодом небольшое сопротивление. Следует помнить, что включение последовательно или параллельно с диодом резисторов ухудшает стабильность работы оконечных транзисторов. Можно использовать два диода с малым прямым падением напряжения, например Д311, либо два транзистора сплавного типа, у которых базу соединяют с эмиттером, а в качестве диода используют коллекторный переход. Транзисторы типов П13—П15, П41 и др. обычно используют с небольшим коэффициентом усиления по току. В этом случае один из транзисторов можно шунтировать резистором. Подбирая диоды, следует помнить, что в процессе припаивания в схему он нагревается и прямое падение напряжения на нем уменьшается.

После проверки напряжения коллектор-эмиттер транзистора T_{16} (1,05—1,3 *в*) и напряжения на конденсаторе C_{92} (4,2—4,8 *в*) включают резистор общей обратной связи R_{53}. К выходу усилителя подключают громкоговоритель или его эквивалент — резистор сопротивлением 8 *ом*, осциллограф и ламповый вольтметр и убеждаются в том, что самовозбуждение усилителя отсутствует (при выведенном резисторе регулятора громкости R_{48}). Если на выходе усилителя появятся высокочастотные колебания, то емкость конденсатора C_{91} следует увеличить, а при необходимости между коллекторами и эмиттерами транзисторов T_{16} и T_{17} включить конденсаторы емкостью 200—600 *пф*. После того как самовозбуждение будет устранено, напряжение эмиттер — корпус транзистора T_{16} должно быть 0,22—0,26 *в*.

Потенциометр R_{48} устанавливают в положение максимальной громкости, миллиамперметр в цепи питания — на предел 0,3—0,5 *а* и на вход усилителя низкой частоты подают сигнал от генератора с частотой 1000 *гц*. Затем увеличивают напряжение от генератора до 80—120 *мв*. При этом потребляемый ток должен возрасти до 100—120 *ма*, а напряжение на выходе примерно до 2 *в* (на пороге ограничения), что будет соответствовать выходной мощности 0,5 *вт*. Если затем сигнал на входе снова уменьшить до нуля, то общий потребляемый ток будет несколько выше первоначального (до 10—15 *ма*) за счет прогрева оконечных транзисторов и увеличения их начального тока коллектора. Затем проверяют частотную характеристику усилителя на соответствие с параметрами, указанными при описании принципиальной схемы на рис. 7. Характерной особенностью усилителя является то, что как на низких (20—50 *гц*), так и на высоких (20 *кгц*) частотах отсутствуют искажения, которые имеются в усилителях, собранных по трансформаторной схеме.

Проверку режимов работы транзисторов и настройку второго смесителя, усилителя промежуточной частоты и детектора схем на рис. 2 и 7 начинают с подключения их минусовой шины к источникам питания — выходам стабилизаторов напряжения. Соответствующие входные конденсаторы C_{47} или C_{69} отключают от предыдущей части схемы: от катушки L_{11} (см. рис. 2) или от катушки L_{29} (см. рис. 7) — и соединяют с заземляющей шиной. Затем отключают цепи автоматической регулировки усиления, отпаивая от выходов детекторов соответствующие резисторы R_{23} или R_{41}. После этого

приступают к проверке режимов работы транзисторов на постоянном токе, которые должны соответствовать указанным при описании схем на рис. 2 и 7 значениям напряжений и токов. Обычно измеряют только напряжения, а о значениях токов судят по падению напряжения на резисторах, включенных в цепи эмиттеров либо коллекторов. В схеме на рис. 2 при необходимости токи коллекторов транзисторов T_4, T_6, T_7 подгоняют, изменяя сопротивления резисторов R_{18}, R_{24}, R_{29}, а токи транзисторов T_8, T_9 — изменением сопротивления резисторов R_{34} или R_{36}, R_{37}. Если оба тока коллекторов транзисторов T_8, T_9 меньше или больше требуемых, то сопротивление резистора R_{34} соответственно уменьшают или увеличивают. Если, например, ток коллектора транзистора T_8 больше, а ток коллектора транзистора T_9 меньше требуемых, то уменьшают сопротивление резистора R_{37} и на столько же увеличивают сопротивление резистора R_{36}. В схеме на рис. 7 токи коллекторов транзисторов T_7, T_9, T_{10} устанавливаются резисторами R_{24}, R_{28}, R_{32}, а у транзисторов T_{11}, T_{12} — резисторами R_{37} или R_{36}, R_{38}. При отсутствии сигнала на входе токи коллекторов T_5, T_{10} в схеме рис. 2 и транзисторов T_8, T_{13} в схеме на рис. 7 равны единицам микроампер, напряжение коллектор — эмиттер транзисторов T_5 и T_8 около 0,3 *в*, а у транзисторов T_{10} и T_{13} близко к напряжению на выходе стабилизаторов.

В схемах усилителей промежуточной частоты (см. рис. 2 и 7) могут быть использованы и другие типы транзисторов, например П403, П416А, ГТ308А, ГТ308Б и др.

Настройку контуров полосовых фильтров усилителя промежуточной частоты начинают с последнего полосового фильтра. Выходное напряжение от сигнала-генератора через разделительный конденсатор 0,05—0,1 *мкф* подают на базу транзистора T_8 (рис. 2) или T_{11} в схеме на рис. 7. Напряжение генератора (при глубине модуляции, равной нулю) регулируют так, чтобы ламповый вольтметр, присоединенный к базам транзисторов T_{10} (см. рис. 2) и T_{13} (см. рис. 7), на частоте 465 *кгц* показал напряжение 0,2—0,3 *в*. Параллельно конденсаторам связи C_{52}, C_{60}, C_{62} или C_{73}, C_{79}, C_{82} присоединяют конденсаторы емкостью по 12 *пф*, располагают их на плате со стороны монтажных проводов (на схемах и на рисунках блоков они не показаны), а сами конденсаторы связи устанавливают на минимальную емкость 1—3 *пф*. Это необходимо для того, чтобы конденсаторы связи имели практически одинаковую начальную емкость (при которой полоса пропускания фильтра минимальна).

Вращая соответствующие сердечники, настраивают контуры $L_{25}C_{61}$ и $L_{26}C_{64}$ (см. рис. 2) или $L_{36}C_{81}$ и $L_{37}C_{85}$ (см. рис. 7) третьего полосового фильтра на частоту 465 *кгц* по наибольшим показаниям вольтметра. При этом регулируют напряжение от сигнала-генератора так, чтобы показания вольтметра не превышали 0,5—0,7 *в*. Если контуры настраиваются при полностью ввинченных или вывернутых сердечниках, то необходимо подобрать емкость конденсаторов C_{61}, C_{64} или C_{81}, C_{86} так, чтобы наибольшие показания вольтметра достигались при среднем положении сердечников. Затем конденсаторы связи перемещают в сторону максимальной емкости и наблюдают за показанием вольтметра: оно должно сначала увеличиться на 20—30% (в среднем положении конденсатора связи), а затем снова уменьшиться. Проверка частотной характеристики покажет, что у полосового фильтра при максимальной емкости кон-

денсатора связи полоса пропускания расширилась в 3—4 раза, а на графике коэффициента передачи появились два характерных горба по обеим сторонам от частоты 465 *кгц*.

Конденсатор связи снова устанавливают на минимальную емкость, частоту генератора — на 465 *кгц*, а ламповый вольтметр с осциллографом подключают параллельно выходу детектора (параллельно конденсатору C_{66} или C_{83}). Устанавливают по сигналу-генератору глубину модуляции около 100% и определяют максимально допустимую амплитуду сигнала на выходе детектора. Эффективное напряжение на выходе детектора должно быть равно 0,2—0,4 *в*. После этого устанавливают глубину модуляции 30%. Снова настраивают по наибольшим показаниям вольтметра контуры полосового фильтра.

После этого выход сигнала-генератора через разделительный конденсатор емкостью 0,05—0,1 *мкф* и последовательно соединенный с ним резистор сопротивлением 3—5 *ком* подключают к базе транзистора T_7 (см. рис. 2) или к базе транзистора T_{10} (см. рис. 7). Напряжение от сигнал-генератора регулируют так, чтобы напряжение на выходе детектора не превышало 0,2—0,25 *в*. Настраивают резонансные контуры второго полосового фильтра $L_{22}C_{57}$ и $L_{23}C_{59}$ или $L_{33}C_{77}$ и $L_{34}C_{78}$ аналогично контурам третьего полосового фильтра и подстраивают еще раз третий полосовой фильтр. Проверяют действие конденсатора связи, учитывая, что в этом случае каскадно включены не один, а два полосовых фильтра. Проверяя частотную характеристику, убеждаются в том, что при минимальной связи полоса пропускания заметно сузилась, а при максимальной связи — незначительно.

Присоединив сигнал-генератор ко входу каскада на базу транзистора T_4 (см. рис. 2) или T_7 (см. рис. 7) и уменьшив выходное напряжение генератора до нескольких десятков микровольт, следят, чтобы напряжение на выходе детектора не превышало 0,2—0,3 *в*. Контуры первого полосового фильтра $L_{19}C_{49}$ и $L_{21}C_{50}$ (см. рис. 2) или $L_{30}C_{71}$ и $L_{32}C_{75}$ (см. рис. 7) настраивают на частоту 465 *кгц*, установив конденсаторы связи на минимальную емкость и уменьшая напряжение от сигнала-генератора. Настройку этих контуров ведут, как и у третьего полосового фильтра. После настройки первого полосового фильтра снова подстраивают контуры второго и третьего полосового фильтров, а затем еще раз подстраивают контуры всех трех полосовых фильтров. После этого проверяют полосу пропускания всего усилителя промежуточной частоты. При минимальных емкостях конденсаторов связи полоса пропускания должна быть 2—3 *кгц* на уровне 6 *дб*, т. е. при ослаблении сигнала в 2 раза, если изменять частоту на входе от 465 *кгц* в сторону ее уменьшения или увеличения. Увеличивая емкость конденсаторов связи при частоте сигнала-генератора 465 *кгц*, убеждаются в том, что напряжение на выходе растет в 1,5—2,5 раза. При дальнейшем увеличении емкости конденсаторов связи напряжение на выходе может либо оставаться неизменным, либо незначительно уменьшиться. Заметного уменьшения напряжения на выходе может не наблюдаться из-за некоторого расхождения частотных характеристик полосовых фильтров при максимальных емкостях конденсаторов связи, значения которых будут, как правило, неодинаковыми.

Уменьшив напряжение от сигнала-генератора до 10—15 *мкв*, присоединяют ламповый вольтметр к коллектору транзистора T_9 (см. рис. 2) или T_{12} (см. рис. 7). Изменяют напряжение на выходе

сигнала-генератора так, чтобы показания вольтметра составили 0,5 *в* при отсутствии модуляции. Затем измеряют напряжение на коллекторах транзисторов T_7 и T_4 (см. рис. 2) или T_{10} и T_7 (см. рис. 7). Оно должно быть равно соответственно 13—18 *мв* и 0,8—1,2 *мв*, а напряжение сигнала-генератора 10—15 *мкв*.

Закончив настройку полосовых фильтров усилителя промежуточной частоты, приступают к проверке и наладке работы автоматической регулировки напряжения. Ламповый вольтметр присоединяют к выходу детектора (параллельно конденсатору C_{66} или C_{83}), а глубину модуляции сигнала-генератора устанавливают 30%. В схеме на рис. 2 включают батарею $Б_1$, используемую как источник напряжения задержки усиленной АРУ. Плавно увеличивают напряжение от сигнала-генератора до 10—15 *мв* U_1 и записывают показания вольтметра U_2.

Для схемы на рис. 2 зависимость напряжения на выходе от изменения напряжения на входе УПЧ показана на рис. 6. Из рисунка видно, что оптимальная регулировочная характеристика получается при сопротивлении резисторов $R_{22}=200$ и $R_{23}=43$ *ком*. Изменение сопротивления резистора R_{22} приводит к изменению порога работы автоматической регулировки усиления, а изменение сопротивления резистора R_{23} — к изменению лишь наклона самой характеристики регулировки Более горизонтальная характеристика соответствует меньшим значениям сопротивления резистора R_{23}, так как в этом случае на базу транзистора T_5 от детектора будет подаваться больший ток. При этом сопротивление участка цепи коллектор — эмиттер транзистора T_5 будет уменьшаться в большей степени, что приведет к более эффективному действию автоматической регулировки усиления. Действие этой регулировки также зависит от коэффициента усиления по току транзистора T_5. Чем больше этот коэффициент усиления, тем раньше начнет открываться выходная цепь этого транзистора. Поэтому в качестве T_5 следует использовать транзистор с высоким коэффициентом усиления по току. В то же время нельзя сопротивление резистора R_{23} брать меньшим 24—30 *ком*, так как при этом резистор начнет шунтировать нагрузку детектора, и возникнут нелинейные искажения. Кроме того, при малом значении сопротивления резистора R_{23} возможно самовозбуждение УПЧ из-за недостаточной фильтрации высокочастотных составляющих.

В схеме на рис. 7 порог работы АРУ определяется только диодом $Д_2$, а наклон пологого участка характеристики зависит от сопротивления резистора R_{41} и коэффициента усиления по току транзистора T_8. Для получения требуемого наклона амплитудной характеристики может потребоваться подбор резистора R_{41} и, возможно, транзистора T_8, как сказано ранее о подборе резистора R_{23} и транзистора T_5 в схеме на рис 2.

Настройку второго гетеродина начинают с проверки режимов работы транзистора T_3 (см. рис. 2) или транзистора T_5 (см. рис. 7). От базы транзистора второго гетеродина отсоединяют конденсатор C_{45} или C_{56}. Измеряют напряжение коллектор — эмиттер и эмиттер — корпус и по падению напряжения на резисторе R_{17} (см. рис. 2) или R_{19} (см. рис. 7) определяют токи. Необходимые значения токов и напряжений приведены при описании принципиальных схем на рис. 2 и 7. Для подгонки тока коллектора транзистора T_3 или T_5 подбирают резисторы R_{15}, R_{16} или R_{17}, R_{18}.

К проверке работы гетеродина приступают после подключения

конденсатора C_{45} или C_{56} соответственно к базе транзистора T_3 или T_5. Переключатель $П_2$ для обеих схем на рис. 2 и 7 устанавливают в положение *1* (длинные волны). Ламповый вольтметр присоединяют к контакту *1* секции переключателя $П_{2-4}$ (см. рис. 2) либо к концу катушки L_{29}, отсоединенному от конденсатора C_{69} (см. рис. 7). Конденсаторы переменной емкости C_{33}, C_{38} или C_{46}, C_{60} устанавливают в положение наибольшей величины емкости. В схеме на рис. 2 резистор R_{13} сопротивлением 560 *ом* временно заменяют сопротивлением 300 *ом* и отвод катушки L_9, к которому присоединен конец катушки L_{15}, при помощи куска провода присоединяют к корпусу. Если концы обмоток L_{16}, L_{18} (см. рис. 2) или L_{13}, L_{14} (см. рис. 7) включены правильно, то настраиваемый гетеродин будет работать в режиме самовозбуждения и ламповый вольтметр покажет напряжение 130—180 *мв* в схеме на рис. 2 и 30—50 *мв* в схеме на рис. 7. Если показание вольтметра отсутствует, то надо в соответствующей схеме поменять концы одной из указанных ранее катушек, проверить исправность схемы гетеродина и транзистора T_3 или T_5 и заменить его транзистором с более высоким коэффициентом усиления по току.

После того как гетеродин возбудился, сопротивление резистора R_{13} в схеме на рис. 2 увеличивают на столько, чтобы получить режим работы, близкий к порогу самовозбуждения, при котором колебания гетеродина срываются. В этом случае форма колебаний гетеродина будет наиболее синусоидальной, а ламповый вольтметр покажет напряжение 80—120 *мв*. Затем, уменьшая емкость конденсаторов настройки, проверяют работу гетеродина во всем диапазоне частот, измеряя при этом напряжение. Если при минимальной емкости конденсаторов гетеродин перестает работать или напряжение значительно уменьшается, то надо уменьшить емкость конденсатора C_{44} до появления колебаний приблизительно такой же амплитуды, как при максимальной емкости конденсаторов. Второй гетеродин схемы на рис. 7 не требует налаживания и, если монтаж выполнен правильно, нормально работает во всем диапазоне генерируемых частот, а показания вольтметра будут 30—50 *мв*. Проверку работы гетеродина обеих схем следует производить при установке подстроечных конденсаторов соответствующих контуров в среднее положение. Так же надо поступать с подстроечными конденсаторами и других контуров.

Для определения частотных границ диапазона гетеродина в схеме на рис. 2 необходимо соединить конец катушки L_{11} и конденсатор C_{47}, выход детектора подключить ко входу усилителя низкой частоты, установив переключатель $П_3$ в положение *1*, и к выходу усилителя низкой частоты присоединить ламповый вольтметр, осциллограф и громкоговоритель В схеме на рис. 7 свободные конец катушки L_{29} и вывод конденсатора C_{69} соединяют между собой, конец катушки L_{26} отключают от заземляющей шины и присоединяют к коллектору транзистора T_6, к которому уже присоединены резистор R_{22} и катушка L_{27}, и переводят переключатель $П_3$ в положение *2*. К громкоговорителю присоединяют ламповый вольтметр и приступают к установке частот гетеродина, предварительно установив C_{33}, C_{38} в положение максимальной емкости.

Катушку L_{15} отключают от L_9 и присоединяют к выходу сигнала-генератора. От сигнала-генератора подают напряжение около 20—30 *мв* (частота 150 *кгц*, глубина модуляции 30%) и, вращая подстроечник катушки L_{17}, добиваются приема этого сигнала при

среднем положении сердечника. Если перемещением сердечника катушки L_{17} настроиться на частоту 150 *кгц* не удается, то с помощью сигнала-генератора определяют частоту, на которую настроен контур, и соответственно либо увеличивают число витков катушки L_{17} (если частота выше), либо вводят зазор между половинками сердечника СБ-1а (если частота ниже). Для создания зазора верхнюю половину сердечника отклеивают от нижней, предварительно смочив место склейки спиртом, а затем ножом соскребают внутреннюю часть магнитопровода до получения необходимого зазора 0,3—0,5 *мм*.

После этого конденсаторы переменной емкости переводят на минимальную емкость и снова подгоняют частоту гетеродина. С этой целью устанавливают частоту сигнала-генератора 430 *кгц*, напряжение на выходе оставляют тем же и добиваются приема изменением емкости подстроечного конденсатора C_{42}. Если этого сделать не удается, то определяют частоту настройки контура и подбирают другое значение емкости конденсатора C_{41}. Если при настройке выяснится, что конденсатор C_{41} нужно отпаять, а подстроечный конденсатор C_{42} вывести на минимальную емкость, то следует поменять местами концы катушки L_{17}. Подстройку контуров желательно повторить еще 1—2 раза с тем, чтобы точнее установить диапазон генерируемых колебаний. После этого конец катушки L_{15} отсоединяют от сигнала-генератора и снова припаивают к отводу катушки L_9.

На схеме на рис. 7 для получения требуемого диапазона частот гетеродина напряжение от сигнала-генератора (20 *мкв*, частота 150 *кгц*) через разделительный конденсатор емкостью 0,05—0,1 *мкф* подводят к коллектору транзистора T_6. Переключатель $П_2$ устанавливают в положение *1* (длинные волны). Конденсаторы переменной емкости C_{46} и C_{60} устанавливают в положение максимальной емкости. Подстроечником СБ-1а настраивают катушку контура гетеродина L_{12}, добиваясь приема сигнала усилителем промежуточной частоты. Настройку производят так же, как настраивается контур гетеродина диапазона длинных волн схемы рис. 2 конденсаторы C_{41}, C_{42} и катушки L_{12}, L_{14} на рис. 2 соответствуют конденсаторам C_{49}, C_{48} и катушкам L_{14}, L_{13} на рис. 7).

Работу гетеродина диапазона средних волн проверяют следующим образом. Концы катушки L_{11} (см. рис. 2) отсоединяют от секции переключателя $П_{2\text{-}4}$ и конденсатора C_{47} и присоединяют к ламповому вольтметру. В схеме на рис. 7 ламповый вольтметр подключают к точке соединения R_{22}, L_{26} и L_{27} и к концу L_{29}, отключенному от C_{69}. В обеих схемах конденсаторы переменной емкости устанавливают в положение наибольшей емкости, а подстроечные конденсаторы — в среднее положение. В схеме на рис. 2 сопротивление резистора R_{12} уменьшают до 300 *ом*, включают напряжение питания. При работе гетеродина показания вольтметра будут 120—150 *мв*. Если гетеродин не работает, то необходимо перепаять выводы катушки обратной связи L_{12}. Затем увеличивают сопротивление резистора R_{12} и добиваются режима генерации, при котором напряжение гетеродина уменьшится до 80—120 *мв*. Для получения достаточно постоянной амплитуды генерируемых колебаний во всем диапазоне частот средних волн подбирают емкость конденсатора C_{44}. При проверке работы гетеродина в схеме рис. 7 может оказаться, что на высших частотах диапазона амплитуда колебаний увеличивается. В этом случае последовательно с концом катушки

L_{17}, присоединенном к контакту секции *2* переключателя $П_{2\text{-}2}$, надо включить резистор сопротивлением несколько сотен ом. Кроме того, целесообразно между контактом *2* этого переключателя и заземляющей шиной включить конденсатор емкостью 50—150 *пф*.

Перед тем как приступить к установке частотных границ гетеродинов средних волн, в схеме на рис. 2 один из концов катушки L_{11} соединяют с конденсатором C_{47}, а второй с сигналом-генератором. В обеих схемах ламповый вольтметр подключают к выходу приемника. В схеме на рис. 7 сигнал-генератор через разделительный конденсатор 0,05—0,1 *мкф* подключают к коллектору транзистора T_6. Для обеих схем напряжение от сигнала-генератора должно быть около 20 *мкв*, а частота 520 *кгц*. Конденсатор переменной емкости устанавливают в положение наибольшей емкости, а подстроечные конденсаторы — в среднее положение. В схеме на рис. 2 добиваются приема сигнала указанной частоты вращением подстроечника катушек L_{11}—L_{14}, а в схеме на рис. 7 — вращением подстроечника катушек L_{15}—L_{17}. Затем, установив минимальную емкость конденсаторов настройки, добиваются приема сигнала на частоте 1 600 *кгц* изменением емкости подстроечного конденсатора C_{40} (см. рис. 2) или C_{52} (см. рис. 7). Установку частот гетеродина в диапазоне средних волн, как и на длинных волнах, повторяют 1—2 раза. Работа второго гетеродина в диапазоне коротких волн (при установке переключателя $П_2$ в положение *3*) обеспечивается в схеме на рис. 2 автоматически, так как в этом случае используется колебательный контур диапазона средних волн.

В схеме на рис. 7 работа второго гетеродина в диапазоне коротких волн проверяется и настраивается так же, как на средних и длинных волнах при установке переключателя $П_2$ в положение *3*. Требуемый диапазон генерируемых колебаний устанавливается подбором емкостей конденсаторов C_{53}—C_{55}. Увеличение емкости конденсатора C_{54} приводит к расширению в сторону нижних частот диапазона генерируемых колебаний, а увеличение емкости конденсатора C_{55} — к сужению диапазона генерируемых колебаний и к понижению частоты генерации. Уменьшение емкости этих конденсаторов приводит к обратному эффекту. Для установки требуемого диапазона от сигнала-генератора подают частоты 4,565 *Мгц* при наибольшей и 5,065 *Мгц* при их наименьшей емкости конденсаторов настройки.

После настройки гетеродина измеряют режим работы транзистора T_6 по постоянному току. Напряжение между коллектором и эмиттером должно быть равно 1,9—2,3 *в*, а на резисторе R_{22}—1,4—1,5 *в*, что будет указывать на потребляемый каскадом ток 2—2,5 *ма*. Если ток коллектора меньше или больше указанного значения, то следует соответственно уменьшить или увеличить сопротивление резистора R_{21}.

Затем проверяют работу транзистора T_6 на переменном токе. Для этого присоединяют ламповый вольтметр к его коллектору, при напряжении на базе от сигнала-генератора, равном 50 *мв*, и частоте 465 *кгц* вольтметр должен показать напряжение на коллекторе 0,4—0,75 *в*. После этого конец катушки L_{27} припаивают к коллектору транзистора T_6 и, вращая подстроечник этой катушки, добиваются минимума показаний на частоте 465 *кгц*. При необходимости подбирают емкость конденсатора C_{68}. При этом коэффициент усиления каскада по напряжению на промежуточной частоте должен уменьшиться приблизительно до единицы.

Для настройки контуров на длинноволновом и средневолновом диапазонах ламповый вольтметр и осциллограф присоединяют к громкоговорителю. В схеме на рис. 2 конец катушки L_{11} отключают от сигнала-генератора и присоединяют к секции переключателя $П_{2\text{-}4}$. Для схемы на рис. 7 переключатели диапазонов $П_2$ устанавливают в положение *1* длиные волны, а сигнал-генератор — на низшую частоту точного сопряжения 167 *кгц*. К сигналу-генератору подключают своеобразную рамочную антенну размерами 300×250 *мм*, изготовленную из одного-двух витков изолированного провода диаметром 1—1,5 *мм*. Изменяют емкость конденсатора настройки и добиваются приема сигнала от генератора. Уровень сигнала должен быть небольшим, чтобы прием осуществлялся на том участке амплитудной характеристики приемника, где автоматическая регулировка усиления еще не действует. Настраивают входной контур приемника перемещением катушки L_9 (см. рис. 2) или L_{21} (см. рис. 7) вдоль ферритового стержня, добиваясь максимального напряжения на выходе. При этом напряжение от сигнала-генератора постепенно уменьшают, чтобы исключить влияние действия АРУ на процесс настройки. Устанавливают частоту сигнала-генератора на высшую частоту точного сопряжения 402 *кгц* и настраивают на нее приемник, изменяя емкость подстроечного конденсатора C_{32} (см. рис. 2) или C_{59} (см. рис. 7). При необходимости подбирают емкость конденсатора C_{31} или C_{58} при среднем положении ротора подстроечного конденсатора. Настройку входного контура на частоту точного сопряжения повторяют еще 1—2 раза, как указывалось в рекомендациях по установке частот второго гетеродина. После этого устанавливают частоту генератора 285 *кгц* и настраивают на эту частоту приемник. Подносят к торцу ферритового стержня магнитной антенны такой же стержень либо кусок от него или надевают на ферритовый стержень антенны короткозамкнутый виток из медного изолированного провода диаметром 1—1,5 *мм* и выясняют правильность настройки контура магнитной антенны на среднюю частоту точного сопряжения. Если в обоих случаях принимаемый сигнал на выходе приемника будет уменьшаться, то сопряжение выполнено правильно. Из-за того, что блок конденсаторов переменной емкости с твердым диэлектриком имеет значительно больший разброс емкостей по сравнению с блоком конденсаторов с воздушным диэлектриком, может возникнуть необходимость в подборке конденсаторов сопряжения C_{39}, C_{43} (рис. 2) или C_{47}, C_{51} (рис. 7). Если на средней частоте точного сопряжения при поднесении кусочка феррита к стержню антенны амплитуда принимаемого сигнала возрастет, то надо увеличить емкость конденсатора сопряжения C_{43} или C_{47}, присоединив параллельно конденсатор емкостью 30—50 *пф* Если же амплитуда сигнала на выходе увеличивается при поднесении к стержню антенны короткозамкнутого витка, то емкость конденсатора сопряжения надо уменьшить. После того как емкость конденсатора была изменена, снова устанавливают крайние частоты гетеродина и повторяют настройку входного контура по частотам точного сопряжения, как указывалось ранее. Эту работу продолжают до тех пор, пока контур антенны не окажется настроенным на среднюю частоту точного сопряжения. Входные контуры диапазона средних волн схем на рис. 2 или 7 настраивают по частотам точного сопряжения 592, 1 528 и 2 060 *кгц*. Сопрягать входной контур с катушкой L_{25}, настраиваемой на частоты приемника схемы на рис. 7, нет необходимости, так как его

коэффициент перекрытия по частоте очень мал (близок к единице), а полоса пропускания относительно велика. Достаточно взять указанные на схеме значения емкостей конденсаторов с точностью ±5%. В схеме рис. 2 в связи с этим емкости конденсаторов C_{37}, C_{35} должны быть по возможности одинаковыми, а настройку катушки L_{10} и подстроечного конденсатора C_{36} ведут по частотам точного сопряжения 1 528 и 1 060 *кгц*, повторяя ее еще 1—2 раза. После этого приступают к наладке и настройке первого гетеродина.

Проверку работы первого гетеродина начинают с измерения режимов работы транзистора на постоянном токе. Для этого в схеме на рис. 2 конец катушки L_7 отсоединяют от конденсатора C_{17}, а в схеме на рис 7 отключают конец катушки L_{11} от конденсатора C_{35}. Переключатель $П_2$ устанавливают в положение *3* (короткие волны) и подключают к выходу стабилизатора напряжения минусовый провод питания. При подключении каждого нового участка схемы желательно контролировать потребляемый ток для того, чтобы избежать случайно допущенных коротких замыканий в цепи источника питания. Затем приступают к измерению режимов работы транзисторов T_2 и T_4, которые должны соответствовать значениям, приведенным в описаниях принципиальных схем приемников. О величине потребляемого транзистором тока судят по падению напряжения на резисторах, включенных в цепь эмиттера.

Измерив режимы, восстанавливают соединение между концом катушки L_7 и выводом конденсатора C_{17} (см. рис. 2) или концом катушки L_{11} и выводом конденсатора C_{35} (см. рис. 7). Переключатель поддиапазонов коротких волн $П_1$ устанавливают в положение *5* в схеме на рис. 2 или в положение *2* (см рис. 7) и присоединяют ламповый вольтметр к коллектору транзистора T_2 или T_4 для измерения высокочастотного напряжения, которое при нормальной работе гетеродина должно быть около 1,1—1,4 *в*. Если напряжение на коллекторе отсутствует, то надо поменять концы катушки L_7 или L_{11} местами, а при необходимости уменьшить сопротивление резисторов последовательной обратной связи R_7 или R_{14} или резисторов R_{10} в схеме на рис. 2 или R_{12} в схеме на рис. 7. Затем переключатель $П_1$ переводят поочередно в положения *4*, *3*, *2*, *1* (см. рис. 2) и убеждаются в том, что гетеродин работает во всех положениях переключателя. В схеме на рис. 7 работу гетеродина проверяют при положениях переключателя *3*, *4* и *5*. В положении *1* колебания отсутствуют, так как прием ведется с одним преобразованием частоты, которое осуществляется во втором смесителе.

Для проверки режима работы транзистора первого смесителя (см. рис. 2) отсоединяют конец катушки L_6 от конденсатора C_4, включают напряжение питания и измеряют ток коллектора транзистора T_1 и напряжение между его коллектором и эмиттером, которые соответственно должны быть равны 0,3—0,4 *ма* и 1,2—1,5 *в*. При необходимости ток коллектора устанавливают подбором сопротивления резистора R_4 В схеме на рис. 7 режим работы транзистора T_3 проверяют, отключив от катушки L_9 конденсатор C_{31} и присоединив его к заземляющей шине. Ток коллектора этого транзитора должен быть равен 0,6—0,8 *ма*, напряжение коллектор — эмиттер 2,2—2,4 *в*, а напряжение между эмиттером и заземляющей шиной 0,9—1,1 *в*. После этого производят настройку фильтра промежуточной частоты.

В схеме на рис. 2 от колебательного контура L_1C_1 отключают конденсатор C_3, а от контура L_2C_5 — конденсаторы C_3 и C_{18}. Кон-

денсатор C_4 (его свободный вывод) присоединяют к выходу сигнала-генератора, а ламповый вольтметр включают параллельно контуру L_2C_5. Устанавливают частоту генератора 1 380 *кгц* и напряжение выхода 10—50 *мв* и настраивают в резонанс оба колебательных контура, регулируя напряжение на входе каскада так, чтобы вольтметр показал напряжение не более 0,1—0,3 *в*. При этом напряжение на входе каскада должно быть порядка 1—10 *мв*. Настраивая резонансные контуры, необходимо следить за тем, чтобы показания вольтметра были наибольшими при среднем положении подстроечника. Затем присоединяют в соответствии со схемой конденсатор C_3, увеличив связь между настроенными контурами, и проверяют частотную характеристику полосового фильтра, которая должна соответствовать характеристике, приведенной на рис. 3. Если измеренная характеристика окажется смещенной относительно приведенной на рис. 3 в сторону высших или низших частот, то следует отсоединить конденсатор C_3 и изменить в соответствующую сторону частоту контуров L_1C_1 и L_2C_5, а затем, снова присоединив конденсатор C_3, проверить частотную характеристику фильтра. Если при этом полоса пропускания получается уже или шире, то следует емкость конденсатора C_3 соответственно увеличить или уменьшить.

Перед настройкой полосового фильтра в схеме на рис. 7 сигнал-генератор подключают к входу транзистора T_3. Для этого вывод конденсатора C_{30} отключают от катушки L_8 и присоединяют к сигналу-генератору, а вместо конденсатора C_{17} устанавливают конденсатор емкостью 0,5—1 *пф*. Затем отключают конденсатор C_{62} и убеждаются в том, что концы катушек L_5 и L_2 разомкнуты. К колебательному контуру L_3C_{16} подключают ламповый вольтметр и приступают к настройке контуров L_6C_{32}, L_4C_{19}, L_1C_{13} и L_3C_{16}. Для этого от сигнала-генератора подают на вход транзистора T_3 напряжение 10—50 *мв* частотой 4,25—4,3 *Мгц*. Настройку контуров производят так же, как настройку полосового фильтра схемы рис. 2. Уменьшают напряжение от сигнала-генератора до тех пор, пока переменное напряжение на коллекторе транзистора T_3 станет не более 0,3—0,5 *в*. После этого замыкают концы катушки L_5, затем L_2 и включают в схему конденсатор C_{17} емкостью 8 *пф* вместо конденсатора емкостью 0,5—1 *пф*. При замыкании концов катушек L_5 и L_2 увеличивается соответственно индуктивная связь между контурами L_6C_{32}, L_4C_{19}, L_1C_{13}, L_3C_{16}, что позволяет наряду с увеличением емкости конденсатора связи C_{17} от 0,5—1 до 8 *пф* расширять полосу пропускания фильтра приблизительно до 500 *кгц* (от 4,1 до 4,6 *Мгц*) при неравномерности 6 *дб* (2 раза). Если появляется необходимость дополнительного увеличения или уменьшения связи между катушками, соответственно число витков короткозамкнутых катушек L_5, L_2 и емкость конденсатора C_{17} увеличивают или уменьшают. Примененная индуктивно-емкостная схема связи между контурами позволяет резко увеличить затухание фильтра за пределами полосы пропускания, особенно на высоких частотах. В результате этого напряжение от первого гетеродина не попадает на вход второго смесителя, и помехи от двойного преобразования частоты уменьшаются.

Настроив полосовой фильтр первой промежуточной частоты, устанавливают конденсаторы настройки приемника в положение наибольшей емкости Напряжение от сигнала-генератора уменьшают до 5—20 *мкв*. Включают конденсатор связи C_{18} (см. рис. 2) ли-

бо C_{62} (см. рис. 7), присоединяя отпаянный вывод к соответствующему контуру. Для схемы на рис. 2 устанавливают частоту сигнала-генератора 1 050 *кгц* и настраивают катушку L_{10}, при необходимости подбирая конденсаторы C_{35}, C_{37}, емкость которых должна быть по возможности одинаковой (для сохранения хорошего сопряжения во всем диапазоне частот). Затем устанавливают частоту сигнала-генератора 1 550 *кгц*, настраиваются на нее при минимальной емкости конденсаторов C_{33}, C_{38} и добиваются наибольшего напряжения на выходе приемника, изменяя емкость подстроечного конденсатора C_{36} Настройку контура с катушкой L_{10} повторяют еще 1—2 раза. Напряжение от сигнала-генератора при этом должно быть возможно меньшим, чтобы исключить действие АРУ. В схеме на рис. 7 настройка производится на частоты 4,1—4,6 *Мгц* соответственно при наибольшей и наименьшей емкостях конденсатора настройки. При этом настраивают катушку L_{25} и изменяют емкость подстроечного конденсатора C_{63} Контур L_{25}, C_{60}, C_{63}—C_{65} настраивают так же, как соответствующий контур схемы на рис. 2. После этого конденсаторы C_4 (см. рис. 2) или C_{30} (см. рис. 7) отключают от выхода сигнала-генератора и присоединяют к соответствующим концам катушек L_6 или L_8. В заключение производят установку частот первого гетеродина и настраивают входные цепи первого преобразователя частоты, а в схеме на рис. 7 еще и усилителя высокой частоты.

Для установки частот первого гетеродина в схеме рис. 2 сигнал-генератор подключают к рамочной антенне. Переключатель диапазонов $П_1$ устанавливают в положение *5* (поддиапазон 70 *м*), а стрелку шкалы приемника — на отметку 70 *м* (частота 4,3 *Мгц*). Эта отметка находится приблизительно в средней части шкалы приемника и соответствует настройке на частоту 1,3 *Мгц* тракта первой промежуточной частоты. Устанавливают частоту генератора 4,3 *Мгц* и подбирают емкость конденсатора C_{27} так, чтобы частота гетеродина была равной 3 *Мгц*. Выбор частоты гетеродина 3 *мгц* ниже частоты принимаемого сигнала 4,3 *Мгц* связан с тем, чтобы получить у поддиапазонов коротких волн одинаковый с диапазонами длинных и средних волн характер изменения частот по шкале приемника. Напряжение сигнала-генератора должно быть минимальным, чтобы исключить ошибочную настройку на гармонику или комбинационную частоту.

Подбор емкости конденсатора C_{27} для настройки контура гетеродина на частоту 3 *Мгц* производят следующим образом. Сначала в схеме устанавливают конденсатор с меньшей емкостью, чем указано, и параллельно присоединяют конденсатор переменной емкости (желательно с воздушным диэлектриком минимальной емкостью 3—10 и максимальной 100—400 *пф*). Соединительные провода должны быть короткими На ось этого конденсатора надевают ручку (со стрелкой), а к статору прикрепляют плотную бумагу с делениями, соответствующими приблизительным значениям емкости при различных положениях роторных пластин При помощи такого конденсатора можно установить требуемую частоту первого гетеродина, а затем подобрать и подключить к конденсатору C_{27} дополнительный конденсатор с емкостью, близкой к отмеченной на бумаге. Точную настройку гетеродина производят подстроечным конденсатором C_{28}.

Настройку контура $L_3C_{14}C_{15}$ магнитной антенны *МА* на частоту 4,3 *Мгц* производят подбором емкости конденсатора C_{14}. Так же как при настройке контура первого гетеродина, устанавливают вначале конденсатор с меньшей емкостью, определяют при помощи перемен-

ного конденсатора недостающую емкость и устанавливают вместо переменного конденсатора соответствующий конденсатор постоянной емкости, после этого производят еще раз точную настройку контура подстроечным конденсатором C_{15}. Для большей точности настройки напряжение сигнала-генератора необходимо устанавливать возможно меньшим, чтобы исключить действие АРУ. При окончательной настройке подстроечным конденсатором C_{15} уровень принимаемого сигнала будет несколько ниже того уровня, который был при настройке изготовленным конденсатором переменной емкости. Это объясняется антенным эффектом конденсатора переменной емкости и проводов, соединяющих его со схемой. Провода у конденсатора поэтому должны быть максимально короткими.

Аналогичным образом устанавливают частоты гетеродина и настраивают входные контуры на остальных четырех поддиапазонах коротких волн (частоты сигнала-генератора 6,05; 7,3; 9,7 и 11,7 *Мгц*).

Для подгонки частоты первого гетеродина в схеме на рис. 7 сигнал-генератор присоединяют к выводу конденсатора C_{30}, отключенному от катушки L_8. Вывод конденсатора C_{31} отсоединяют от заземляющей шины и присоединяют к отводу катушки L_9. Переключатель $П_1$ устанавливают в положение *2*, помня, что в положении *1* первый гетеродин не должен работать. Устанавливают частоту сигнала-генератора 6,05 *мгц* и напряжение 5—30 *мкв*. Устанавливают стрелку шкалы приемника в среднее положение. Вместо конденсатора C_{39} используют конденсатор с емкостью, например, 300 *пф* и параллельно ему подключают конденсатор переменной емкости, с помощью которого добиваются приема сигнала. Установку частоты производят так же, как для первого гетеродина схемы на рис. 2. В схеме рис. 7 при среднем положении конденсаторов настройки частота первого гетеродина должна быть выше частоты сигнала на 4,33 *Мгц*. Стрелка приемника в этом случае будет находиться в середине шкалы. Аналогичным образом устанавливают частоты первого гетеродина на остальных поддиапазонах коротких волн (положения *3*, *4* и *5* переключателя $П_1$) по указанным для схемы рис. 2 частотам.

Настройку контуров, включенных на входе первого смесителя (на рис. 7), собранного на транзисторе T_3, производят следующим образом. Конденсатор C_{11} отключают от рамочной антенны РА и присоединяют к сигналу-генератору. Стрелку шкалы приемника устанавливают в среднее положение, а переключатель $П_1$ — в положение *1*. От сигнала-генератора подают напряжение 10—30 *мв* (частота 4,3 *Мгц*, $M=0$) и по наибольшим показаниям вольтметра настраивают на эту частоту колебательный контур $L_7C_{21}C_{22}$, подбирая емкость конденсатора C_{37} и вращая подстроечник катушки L_7. При этом напряжение от сигнала-генератора регулируют так, чтобы показание вольтметра не превышало 0,1 *в*. Затем поочередно настраивают катушку L_7 на частоты остальных поддиапазонов, последовательно переводя переключатель $П_1$ в положения *2*, *3*, *4* и *5* и устанавливая частоты сигнала-генератора 6,05; 7,3; 9,7 и 11,7 *Мгц*. Настройку производят подбором конденсаторов C_{24}, C_{26}, C_{28} и C_{18} и используя переменный конденсатор, как это описывалось на стр. 51. В этом случае подстроечник катушки L_7 вращать нельзя, так как это приведет к расстройке контуров первого (4,3 *Мгц*) или всех предыдущих поддиапазонов.

Для настройки входных контуров, состоящих из рамочной антенны РА и конденсаторов C_1—C_9, C_{12}, сигнал-генератор отключают от конденсатора C_{11} и через конденсатор емкостью 10—15 *пф* при-

соединяют к рамочной антенне со стороны подключения ее к переключателю $П_1$. Последний снова устанавливают в положение *1*, сигнал-генератор — на частоту 4,3 *Мгц*, а стрелку шкалы приемника в середину шкалы. Конденсатор C_{11} припаивают к указанной выше точке рамочной антенны, а напряжение от сигнала-генератора регулируют так, чтобы показания вольтметра не превышали 0,1 *в*. Настройку контуров во всех пяти поддиапазонах осуществляют при помощи дополнительного конденсатора переменной емкости по описанной выше методике для настройки входных контуров схемы на рис. 2. Затем ламповый вольтметр подключают к выходу приемника, а соответствующий конец катушки L_8 к конденсатору C_{30} и проверяют работу приемника.

УСИЛИТЕЛЬ НА 10 ВТ С ГЛУБОКИМИ РЕГУЛИРОВКАМИ ТЕМБРА

Усилители низкой частоты, описанные выше, хотя и обеспечивают малые нелинейные и частотные искажения, но не могут удовлетворять всем требованиям в отношении высококачественного прослушивания радиопередач, грампластинок и магнитофонных записей, так как имеют малую выходную мощность и не позволяют осуществлять раздельную регулировку тембра на верхних и нижних частотах.

В радиолюбительской литературе уже опубликован ряд схем различных высококачественных моно- и стереоусилителей на транзисторах и электронных лампах. Наряду со многими положительными качествами опубликованные схемы усилителей имеют один общий недостаток — малый (около 12 *дб*) подъем усиления на верхних и нижних частотах. Узел корректировки таких усилителей обычно выполняется по резистивно-емкостной мостовой схеме. Мост включается между входным и оконечным блоками усилителя. При таком построении от предварительного усилителя требуются бо̀льшая амплитуда сигнала на выходе и большее усиление, а это приводит к возрастанию нелинейных искажений шумов и уменьшению экономичности. Такая схема не обеспечивает глубины корректирования более чем на 10—12 *дб*. При этом подъем усиления на самых низких частотах обычно сопровождается увеличением нелинейных искажений.

, Схема корректирования в цепи местной параллельной обратной связи однокаскадного усилителя также дает большие нелинейные искажения и требует переменных резисторов с отводом от средней точки.

На рис. 23 приведена схема усилителя низкой частоты на 10 *вт*, предназначенного для высококачественного прослушивания радиопередач, грампластинок и магнитофильмов. Она рассчитана на подключение акустических агрегатов с сопротивлением от 4 до 10—12 *ом*. В этом усилителе обеспечивается возможность плавного подъема и снижения усиления на верхних и нижних частотах соответственно на 20 и 24 *дб*.

Усилитель имеет следующие основные данные. Рабочий диапазон частот 20—20 000 *гц* при неравномерности частотной характеристики менее ±0,3 *дб*. Максимальная неискаженная выходная мощность 10 *вт* при напряжении на входе 250 *мв*. Нелинейные искажения в диапазоне частот 100—8 000 *гц* не превышают 1,2%. Входное сопротивление 100—150 *ком* в зависимости от положения движка регулятора усиления. Выходное сопротивление 0,1 *ом*. Частотные харак-

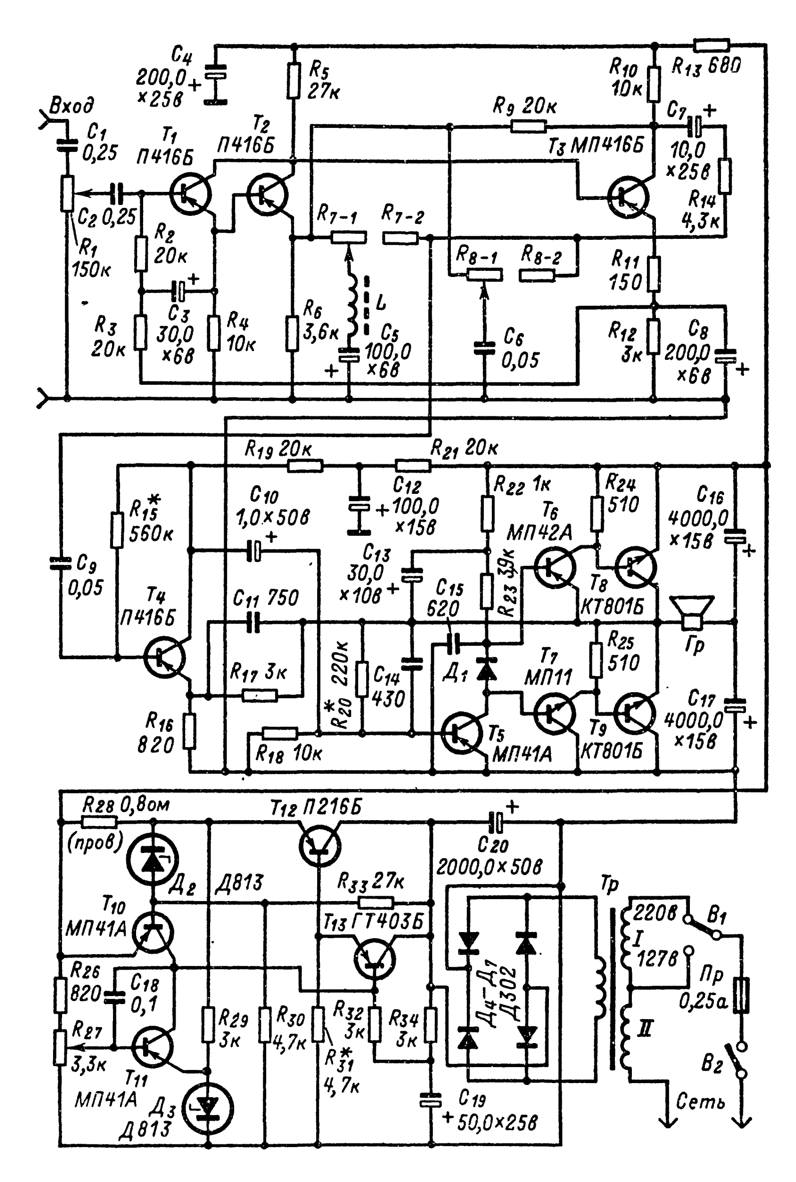


Рис. 23. Принципиальная схема УНЧ на 10 *вт.*

теристики регулировки тембра приведены на рис. 24. Из рисунка видно, что подъем усиления на частоте 100 *гц* составляет более 16 *дб*, а на частоте 20 *гц* — 24 *дб*. Подъем усиления на частоте 10 *кгц* равен 16 *дб*, а на частоте 20 *кгц* — 20 *дб*.

Транзистор первого каскада T_1 включен по схеме с общим коллектором и работает при токе коллектора 0,26—0,3 *ма*, напряжении эмиттер — коллектор 0,9—1,2 *в* и напряжении эмиттер — корпус

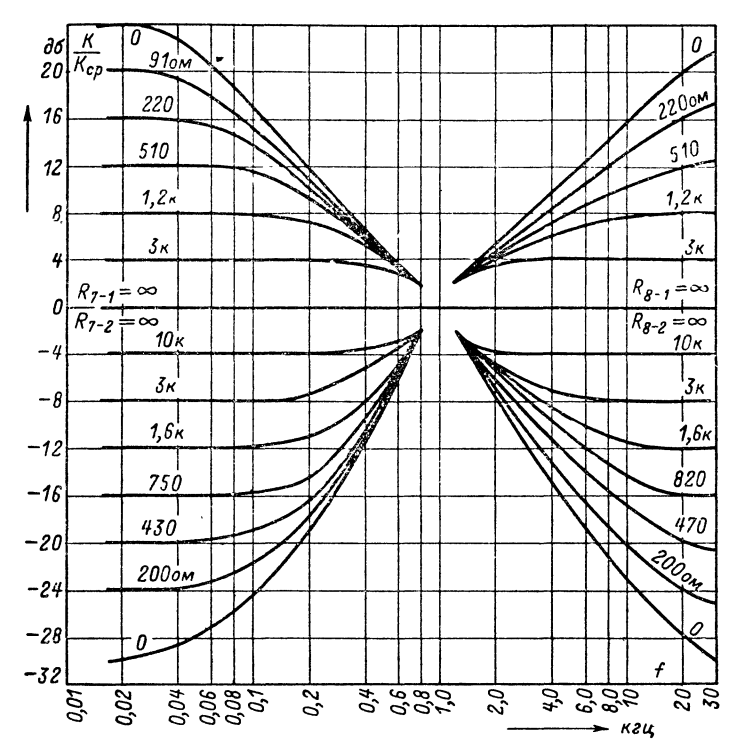


Рис. 24. Частотные характеристики УНЧ на 10 *вт*.

2,6—2,9 *в*. Транзисторы второго и третьего каскадов включены по схеме с общим эмиттером. Транзистор T_2 работает при токе коллектора 0,4—0,6 *ма*, напряжении коллектор — эмиттер 1,1—1,4 *в* и напряжении эмиттер — корпус 2,3—2,7 *в*. Ток в цепи эмиттера транзистора T_2 равен сумме токов: тока эмиттера транзистора T_2, который примерно равен току коллектора, и тока 0,25—0,3 *ма*, протекающего через резисторы R_9 и R_{10}. Транзистор T_3 работает при токе коллектора 1,0—1,3 *ма*, напряжении коллектор — эмиттер 5,2—6,0 *в* и напряжении эмиттер — корпус 3,3—3,7 *в*. Напряжение на конденсаторе C_4 равно 24—25 *в*. Указанные ранее режимы работы транзисторов получаются при напряжении источника питания 27 *в*.

В предварительном усилителе используются высокочастотные транзисторы типа П416Б, обеспечивающие получение во всем рабочем диапазоне частот (20 *гц* — 20 *кгц*) постоянных значений входного сопротивления и глубины общей обратной связи. При применении в схеме низкочастотных транзисторов, например, типов П28 и МП41А постоянство указанных параметров не обеспечивается из-за снижения коэффициента усиления по току β на частотах выше 7—10 *кгц*. В то же время транзисторы П416С по уровню шумов практически не уступают малошумящим транзисторам сплавного типа.

Транзисторы T_1—T_3 включены по схеме с непосредственной связью между каскадами и охвачены на постоянном токе отрицательной обратной связью. Первая петля общей обратной связи, создаваемая резисторами R_2 и R_3, стабилизирует режимы работы транзисторов по току. Вторая петля общей обратной связи образуется за счет включения резистора R_9 между коллектором транзистора T_3 и эмиттером транзистора T_2. Она стабилизирует потенциал коллектора транзистора T_3 по постоянному току. Благодаря этим обратным связям в предварительном усилителе могут использоваться транзисторы с разбросом коэффициента усиления по току от 20 до 200 и выше. При этом обеспечивается высокая стабильность режимов их работы в пределах изменения температуры окружающей среды от —20 до +50 °С.

Вторая петля общей обратной связи по постоянному току, создаваемая резистором R_9, используется и на переменном токе. Через резистор R_9 протекает часть выходного тока, под действием которого во входной цепи усилителя на резисторе R_6, включенном в цепь эмиттера транзистора T_2, образуется переменное напряжение общей обратной связи

Этот тип обратной связи отличается тем, что изменением сопротивления R_6 можно регулировать в широких пределах коэффициент усиления усилителя по напряжению при практически неизменной глубине обратной связи.

Получение постоянства глубины общей обратной связи при изменении коэффициента усиления усилителя, осуществляемого в цепи обратной связи, можно объяснить следующим образом Резистор R_6 в схеме на рис. 2 является резистором местной последовательной обратной связи, так как он включен в цепь эмиттера транзистора T_2. Одновременно R_6 является резистором и общей обратной связи, поскольку через него протекает от коллектора транзистора T_3 через резистор R_9 часть выходного тока При увеличении резистора R_6 возрастает коэффициент передачи цепи общей обратной связи, уменьшающей коэффициент усиления, но в то же время пропорционально уменьшается коэффициент усиления каскада, собранного на транзисторе T_2, из-за увеличения глубины местной последовательности обратной связи Известно, что если общая обратная связь велика, то ее глубина равна произведению коэффициента передачи цепи этой обратной связи (в данном случае состоящей из резисторов R_6 и R_9) на коэффициент усиления усилителя без общей обратной связи Так как при увеличении сопротивления резистора R_6 эти коэффициенты изменяются в обратно пропорциональной зависимости, то их произведение, а следовательно, и глубина общей ООС будут оставаться неизменными, а коэффициент усиления усилителя с обратной связью будет уменьшаться за счет увеличения глубины местной обратной связи При уменьшении сопротивления резистора R_6 указанные выше коэффициенты также будут изменяться в обратно пропорцио-

нальной зависимости, в результате чего глубина общей ООС будет оставаться неизменной, а коэффициент усиления будет возрастать.

Изменяя сопротивление резистора R_6, можно изменять коэффициент усиления усилителя в 20 раз и более без заметного изменения глубины обратной связи.

В схеме на рис. 23 регулировка усиления на высших частотах осуществляется конденсатором C_6, который подключается параллельно резистору R_6 через переменный резистор $R_{8\text{-}1}$. С ростом частоты емкостное сопротивление конденсатора C_6 уменьшается и при сопротивлении резистора $R_{8\text{-}1}$, равном нулю, все в большей степени шунтирует резистор R_6. При этом обеспечивается подъем усиления 6 *дб* на октаву от 1,3 *кгц* до 16 *кгц*. Если сопротивление резистора $R_{8\text{-}1}$ не равно нулю, то подъем усиления уменьшается. Снижение усиления на высших частотах осуществляется при перемещении движка с участка сопротивления резистора $R_{8\text{-}1}$ на участок сопротивления резистора $R_{8\text{-}2}$. В этом случае при сопротивлении резистора $R_{8\text{-}2}$, равном нулю, конденсатор C_6 вместе с резистором R_{14} образуют RC-фильтр нижних частот первого порядка, включенный на выходе предварительного усилителя. При увеличении сопротивления резистора $R_{8\text{-}2}$ фильтрация высших частот уменьшается (см. рис. 24).

Подъем и снижение усиления в области низших частот осуществляются аналогичным образом только при помощи последовательного резонансного контура, состоящего из катушки L и конденсатора C_5. Контур настроен в резонанс на частоту 20—30 *гц*, добротность на этой частоте $Q \approx 1$. Использование катушки на первый взгляд может показаться некоторым усложнением. Но это оправдано, если учесть, что от усилителя можно получить значительно лучшие электрические показатели и в то же время больший подъем усиления на низших частотах. Подъем усиления обеспечивается в том случае, если движок переменного резистора находится на резисторе $R_{7\text{-}1}$, а при снижении усиления — на резисторе $R_{7\text{-}2}$. При сопротивлении резистора $R_{7\text{-}2}$, равном нулю, резистор R_{14} и катушка L образуют фильтр верхних частот первого порядка. При рассмотренном ранее способе подъема и снижения усиления на высших и низших частотах низкое во всем диапазоне частот выходное сопротивление предварительного усилителя либо практически не изменяется (при подъеме усиления), либо уменьшается на краях при снижении усиления, что важно для согласования с оконечным УНЧ. Однако величина входного сопротивления транзистора T_2 при таком способе регулировки тембра уменьшается на низших и высших частотах пропорционально степени подъема усиления. Для того чтобы входное сопротивление предварительного усилителя оставалось неизменным во всем диапазоне частот, база транзистора T_2 подключена к выходу эмиттерного повторителя, собранного на транзисторе T_1. Транзисторы T_1 и T_2 включены по схеме составного транзистора. Входное сопротивление усилителя составляет около 300—500 *ком* и обеспечивается конденсатором C_3.

Оконечный блок УНЧ содержит четыре каскада усиления. Первый и второй каскады (транзисторы T_4 и T_5 соответственно) работают в режиме усиления напряжения, а третий и четвертый каскады (транзисторы T_6—T_9) — в качестве усилителей тока.

Для стабилизации тока покоя транзисторов T_6—T_9 в качестве $Д_1$ (рис. 23) использовано два последовательно включенных диода: кремниевый и германиевый. Необходимо, чтобы эти диоды имели тепловой контакт с радиаторами транзисторов T_8 или T_9. В качестве кремниевого диода использовался переход коллектор — база транзистора КТ315А, можно использовать кремниевые транзисторы и другого типа, например МП116, МП113 и др. Применение транзистора вместо диода для получения требуемого тока покоя облегчит установку этого тока на заданное значение, так как при этом можно использовать разные переходы (коллектор — база, коллектор — эмиттер либо коллектор — база с присоединением базы к эмиттеру), имеющие различные падения постоянного напряжения в прямом направлении. В качестве второго диода использовался германиевый диод Д311А.

В оконечном блоке транзистор первого каскада T_4 работает при токе коллектора 0,5—0,6 *ма*, напряжении коллектор — эмиттер 2,6—2,9 *в* и напряжении эмиттер — корпус 2,1—2,4 *в*. Транзистор T_5 второго каскада работает при токе коллектора 2,6—2,9 *ма* и напряжении коллектор — корпус 12—12,5 *в*. Падение напряжения на диоде $Д_1$ равно 1—1,15 *в*. Суммарный начальный ток коллекторов транзисторов T_6—T_9 равен 10—20 *ма*. Указанные режимы имеют место при напряжении источника питания 27 *в*.

В качестве T_8 и T_9 в оконечном каскаде используются транзисторы КТ801Б. Эти транзисторы значительно облегчают условия работы предоконечных транзисторов T_6 и T_7, так как при токе коллектора 10—20 *ма* обладают значительным коэффициентом усиления по току $\beta=8$—15. Транзисторы КТ805 и аналогичные нецелесообразно применять, так как при токе до 100 *ма* и более они имеют $\beta=2$—3, что требует значительного тока коллектора 20—40 *ма* от предоконечных транзисторов. Транзисторы КТ805 целесообразно использовать в усилителях мощностью выше 25—30 *вт*.

При напряжении питания 27 *в* сопротивление звуковой катушки динамического громкоговорителя или акустической колонки должно быть равно 6 *ом*. При уменьшении или увеличении этого сопротивления напряжение источника питания для получения выходной мощности 10 *вт* должно быть соответственно изменено. Однако нецелесообразно напряжение питания увеличивать более 30—33 *в*, так как примененные в схеме элементы на это не рассчитаны.

При увеличении напряжения питания выше 30—33 *в* необходимо увеличить сопротивление резистора R_{13} настолько, чтобы напряжение на конденсаторе C_4 было равно 24—25 *в*. Необходимо также увеличить допустимые напряжения конденсаторов C_{12}, C_{13}, C_{16} и C_{17}, а транзистор T_5 типа МП41А заменить транзистором типа П21 с допустимым рабочим напряжением 70 *в*. Усилитель так же хорошо работает при пониженном напряжении 16—20 *в*. При этом он отдает в нагрузку 4—7 *вт* и благодаря высокой линейности амплитудной характеристики обеспечивает очень чистое и громкое звучание в комнате 20—25 *м*^{2}.

Блок питания усилителя состоит из понижающего трансформатора *Тр*, выпрямителя на диодах $Д_4$—$Д_7$ и стабилизатора напряжения, собранного по компенсационной схеме с защитой от короткого замыкания в цепи нагрузки.

В усилителе используются фабричные и самодельные детали. Монтаж производится короткими проводами, причем входные и выходные цепи усилителя должны быть разнесены.

Катушку L (1 500 витков провода ПЭВ 0,1) наматывают на односекционном каркасе, который затем помещают в броневой сердечник типа ОБ-20, $\mu=2\,000$, зазор 0,1—0,2 *мм*. Индуктивность катушки равна 0,8—1,3 *гн*, а сопротивление постоянному току — 100—120 *ом*.

Переменные резисторы $R_{7\text{-}1}$, $R_{7\text{-}2}$ и $R_{8\text{-}1}$, $R_{8\text{-}2}$ изготовляют по рис. 25, на котором показана конструкция резистора со снятым экраном после переделки. На рисунке *1* — оставшаяся часть проводящего слоя, *2* — участки, с которых удален проводящий слой, *3* — вырезанный участок «в подкове» из гетинакса, на которую и нанесен

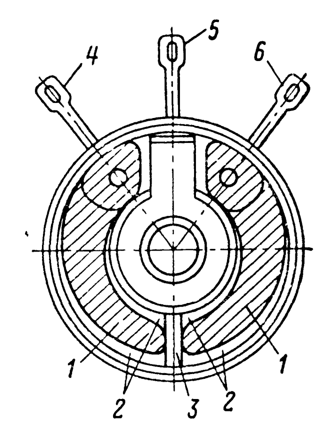


Рис. 25. Чертеж корпуса резистора типа СП со снятыми крышкой, экраном и осью со скользящим контактом (вид после переделки).

1 — оставшаяся часть проводящего слоя; *2* — участки, с которых удален проводящий слой; *3* — вырезанный участок в «подкове» из гетинакса; *4*, *6* — лепестки, соединенные с концами проводящих слоев; *5* — лепесток, соединенный со скользящим контактом.

проводящий слой, *4* и *6* — лепестки, соединенные с концами проводящих слоев, *5* — лепесток, соединенный со скользящим контактом.

Переделке подвергается потенциометр типа СП-1А или СП-2А сопротивлением от 2 до 3 *ком*. Снимают защитный экран и ось со скользящим контактом, лепестки *4* и *6* (рис. 25) подключают к омметру. Острым ножом соскребают края проводящего слоя так, чтобы в средней части он стал уже и равномерно расширялся к концам (участок проводящего слоя, по которому двигается скользящий контакт, соскребать нельзя). В этом случае сопротивление переменного резистора должно немного увеличиться. Затем мелкой наждачной бумагой начинают стирать оставшуюся часть проводящего слоя от середины в обе стороны на угол 100—110° так, чтобы проводящий слой в средней части стирался больше, чем у краев. Следует стремиться к тому, чтобы в процессе стирания толщина оставшегося слоя равномерно уменьшалась от концов к середине, чтобы не было резких скачков изменения сопротивления при перемещении скользящего контакта. Все это необходимо выполнить для того, чтобы подъем усиления и децибелах приблизительно был пропорционален углу поворота переменного резистора.

Стирать проводящий слой надо до тех пор, пока омметр покажет сопротивление 8—9 *ком*. Затем в средней части «подковы» из гетинакса, на которую нанесен проводящий слой, вырезают канавку *3* (рис. 25) шириной 3—4 и глубиной 1 *мм*, разделив на две изолированные части проводящий слой. Устанавливают на место ось со скользящим контактом и, вращая ее, проверяют, чтобы скользящий

контакт фиксировался в среднем положении при попадании его пружины в канавку *3* Если эта фиксация недостаточно четкая, то канавку следует углубить После этого при среднем положении скользящего контакта подключают омметр к контактам *5*, *6* и *5*, *4* (рис 25), убеждаются в том, что соответствующие сопротивления равны бесконечности В противном случае добиваются этого, увеличивая размеры канавки *3*

Подключают омметр к контактам *5*, *6* переменного резистора и после этого скользящий контакт из среднего положения смещают на начало проводящего слоя, соединенного с контактом *6* При этом стрелка омметра должна показывать сопротивление около 3 *ком* Этот участок сопротивления соответствует резистору $R_{7\text{-}1}$. Затем омметр соединяют с контактами *5*, *4*, а скользящий контакт переводят из среднего положения на начало проводящего слоя, соединенного с контактом *4* Измеряют сопротивление этого участка и при необходимости дальнейшим стиранием проводящего слоя мелкой наждачной бумагой в соответствии с приведенными выше рекомендациями доводят сопротивление этого участка до 8—10 *ком* При этом скользящий контакт смещают в сторону лепестка *6* Участок сопротивления, соединенный с контактом *4*, соответствует резистору $R_{7\text{-}2}$. Резисторы $R_{8\text{-}1}$ и $R_{8\ 2}$ изготовляются аналогичным образом

Радиаторы для транзисторов КТ801Б изготовляют из дюралевых пластин толщиной 3,5—5 *мм* Между двумя пластинами 80×40 *мм* в средней части прокладывается пластина 40×40 *мм* Все три пластины плотно соединяются друг с другом с помощью четырех заклепок Сквозные отверстия под заклепки сверлят по углам средней пластичы В изготовленном таким образом радиаторе сверлят три отверстия диаметром 2,5 *мм* для выводов транзистора и два диаметром 3,2 *мм* под резьбу М4 для его крепления После сверления необходимо зачистить поверхность радиатора для того, чтобы основание транзистора имело большую площадь соприкасания с радиатором и лучший тепловой контакт Транзисторы КТ801Б прикрепляются к радиатору при помощи жесткой дюралевой пластины 40×40 и толщиной 3—4 *мм* для того, чтобы тепловой контакт между основанием транзистора и радиатором не ухудшался со временем из за явления остаточной деформации В пластине сверлят три отверстия одно диаметром 11,5 *мм* в центре и два по 4 *мм*, расположенных на линии проходящего через центр большого отверстия Отверстия диаметром 4 *мм* сверлят на расстоянии 10 *мм* в обе стороны от центра отверстия диаметром 11,5 *мм* Транзистор прижимают к радиатору с помощью указанной пластины двумя винтами М4, которые завинчивают в радиатор Перед тем, как установить транзистор, в радиатор на выводы эмиттера и базы надевают изолирующие трубки

Трансформатор питания *Тр* можно изготовить на любом трансформаторном железе сечением внутреннего керна 6 *см*², например Ш20×30, Ш25×25 и т п Железо следует брать с небольшим размером окна, так как число обмоток в трансформаторе мало Обмотку *I* (1 270 витков) наматывают проводом ПЭВ 0,27 Обмотку *II* (930 витков) наматывают проводом ПЭВ 0,2 Обмотка *III* содержит 270 витков провода ПЭВ 0,8 Налаживание усилителя начинают с выпрямителя Убеждаются, что он обеспечивает напряжение на выходе около 30 *в* при потребляемом от него токе около 1 *а* На холостом ходу напряжение на выходе этого выпрямителя должно увеличиться в 1,3—1,4 раза Напряжение 27 *в* на выходе стабилиза-

тора устанавливают переменным резистором R_{27} Затем амперметром с пределом измерения 1,5—2 *а* замыкают выход стабилизатора и убеждаются в том, что при коротком замыкании ток на выходе отсутствует

Перед включением оконечного блока УНЧ присоединяют сопротивление нагрузки (6 *ом*) и замыкают диоды $Д_1$ Отключают конденсатор C_9 от резистора $R_{7\text{-}2}$, резистор R_{17} и конденсатор C_{11} отключают от резистора R_{16} и включают напряжение питания к оконечному блоку Измеряют ток, потребляемый оконечным блоком Он должен быть равен 3,3—4 *ма* Резистором R_{20} устанавливают напряжение 12—12,5 *в* между коллектором и эмиттером транзистора T_5 Режим работы транзистора T_4 подбирается резистором R_{15} ток коллектора 0,5—0,6 *ма*, напряжение коллектор — эмиттер 2,6—2 9 *в* и напряжение между эмиттером и заземляющей шиной 0,4—0,6 *в* (при отключенном резисторе R_{17}) Затем подбирают диоды $Д_1$ так, чтобы потребляемый ток (при отсутствии сигнала на входе) увеличился от 3,2—4 до 30—50 *ма*, если учитывать соответствующие рекомендации по настройке усилителя низкой частоты схемы на рис 7

Затем подключают к резистору R_{16} резистор R_{17} и конденсатор C_{11} При этом напряжение между эмиттером и заземляющей шиной должно увеличиться до 2 1—2,4 *в* Проверяют, чтобы отсутствовало самовозбуждение Для этого свободный вывод конденсатора C_9 подключают через резистор сопротивлением 3—5 *ком* к заземляющей шине возле того места, где припаян резистор R_{16} К выходу УНЧ подключают осциллограф и ламповый вольтметр, и, если возбуждение отсутствует, переменное напряжение на выходе практически должно отсутствовать, а его форма должна иметь такой же вид, как при подключении осциллографа (с установкой его на максимальную чувствительность) к выходу стабилизатора напряжения Если схема самовозбудилась, то по осциллографу выясняют частоты самовозбуждения Если эго частоты высокие, то необходимо увеличить емкости конденсаторов C_{11}, C_{14} и C_{15} на 20—40% Если низкие, то либо уменьшают емкость конденсатора C_9, либо увеличивают емкость конденсатора C_{12} Затем конденсатор C_9 с резистором сопротивлением 3—5 *ком* отключают от заземляющей шины и к свободному выводу конденсатора C_{11} и к заземляющей шине подключают звуковой генератор Увеличивают напряжение на его входе до получения на выходе мощности 10 *вт* При этом ток, потребляемый от источника питания, равен около 0,6—0,7 *а*, а напряжение на входе — 1,5—1,8 *в* Наблюдают по осциллографу форму сигнала на выходе и проверяют частотную характеристику

Входной блок усилителя низкой частоты (см рис 23) начинает работать сразу после включения Ток, потребляемый входным блоком, равен 1,7—2 2 *ма* Напряжения транзистора T_1 коллектор — эмиттер и эмиттер — заземляющая шина соответственно равны 0 9—1 2 и 2,6—2 9 *в* Соответствующие напряжения у транзистора T_2 равны 1,1—1,4 и 1,3—2,7 *в*, а у транзистора T_3 — 5 2—6 0 и 3 3—3,7 *в* Некоторая настройка может понадобиться в связи с возможным разбросом индуктивности катушки L Если индуктивность велика, то конденсатор C_5 надо уменьшить до 50 *мкф* Для того чтобы уменьшить подъем верхних частот за пределами рабочего диапазона, последовательно с конденсатором C_6 следует включить резистор сопротивлением 100 *ом*

В разрыв между катушкой L и конденсатором C_5 для уменьшения добротности образованного ими последовательного резонансного

контура также включают резистор сопротивлением 80—150 *ом*. После этого приступают к проверке частотных характеристик усилителя на соответствие их рис. 24.

Характеристики в области низших частот (рис. 24) получены при установке регулятора высших частот (резисторы $R_{8\text{-}1}$ и $R_{8\text{-}2}$) в среднее положение, при котором имеет место горизонтальный участок, а в области высших частот — при установке в среднее положение регулятора низших частот. Характеристики, полученные таким образом, на частоте 1 *кгц* имеют дополнительный подъем или снижение усилителя на 1—1,5 *дб*.

Если регуляторы частотных характеристик ввести одновременно на подъем усиления, то дополнительного подъема усиления на частоте 1 *кгц* не будет, так как резистор R_6 (рис. 23) шунтирован последовательным колебательным контуром (LC_5), настроенным в резонанс на эту частоту. В результате частотная характеристика сместится к линии 0 *дб* на частотах от 0,4 до 2,5 *кгц*, образуя плавный переход на частоте 1 *кгц* от подъема на низших к подъему на высших частотах. Аналогичный результат получается, если оба регулятора установлены на снижение усиления. В том случае, если регуляторы установлены, например, в области низших частот на подъем, а в области высших частот на снижение усиления или наоборот, на частоте 1 *кгц* характеристика также будет проходить через точку О *дб* или близко возле нее. После настройки обоих усилительных блоков их соединяют в соответствии со схемой рис. 23.

В заключение следует отметить, что усилитель работает очень устойчиво, обеспечивает малые нелинейные искажения при любых положениях регуляторов тембра на частотах от 20 *гц* до 20 *кгц*, дает приятное звучание и низкий уровень шума, близкий к —80 *дб*.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Григорий Микиртичевич Микиртичан

Транзисторные приемники с КВ диапазонами

Редактор А. М. Пилтакян
Редактор издательства В. А. Абрамов
Художественный редактор Д. И. Чернышев
Технический редактор Г. Г. Самсонова
Корректор И. А. Володяева

Сдано в набор 24/X 1973 г Подписано к печати 25/IV 1974 г.
Т-08431 Формат 84×108 1/32 Бумага типографская № 2
Усл. печ. л. 3,36 Уч.-изд л. 4,51 Тираж 60 000 экз. Зак. 1120
Цена 19 коп.

Издательство «Энергия»,
Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

Владимирская типография Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
Гор. Владимир, ул. Победы, д. 18-б.

Цена 19 коп.